

CIRCUITOS & SOLUÇÕES

123

PROJETOS

(112 com desenho
das placas de
circuito impresso)

Especial:

**10 Projetos de
Transmissores**



Newton C. Braga

CIRCUITOS & SOLUÇÕES

São Paulo - SP
Volume 4 - 1ª edição

EDITORIA SABER LTDA.

Dezembro - 2004



Rua Jacinto José de Araújo, 315/317 - Tatuapé
CEP.: 03087-020 - São Paulo - Brasil
(11) 6195-5333
www.editorasaber.com.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Braga, Newton C.
Circuitos & Soluções, vol 4 / Newton C. Braga. --
1. ed. -- São Paulo : Editora Saber, 2004.

1. Circuitos eletrônicos 2. Circuitos
eletrônicos - Projetos 3. Componentes eletrônicos 4.
Eletrônica 5. Engenharia elétrica I. Título

04-8004

CDD-621.3815

Índice para catálogo sistemático:

1. Circuitos eletrônicos : Engenharia eletrônica
621.3815
2. Componentes eletrônicos : Engenharia eletrônica
621.3815

Copyright by
EDITORA SABER LTDA.

- Volume 4 - 2004 -

1ª edição

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfílmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos, videográficos, atualmente existentes ou que venham a ser inventados. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial em qualquer parte da obra em qualquer programa juscibernético atualmente em uso ou que venha a ser desenvolvido ou implantado no futuro. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. A violação dos direitos autorais é punível como crime (art. 184 e parágrafos, do Código Penal, cf. Lei nº 6.895, de 17/12/80) com pena de prisão e multa, conjuntamente com busca e apreensão e indenização diversas (artigos 122, 123, 124, 126 da Lei nº 5.988, de 14/12/73, Lei dos Direitos Autorais).

REVISÃO TÉCNICA: Eng. Eutíquio Lopez

APRESENTAÇÃO

Reunimos nesse quarto volume da série mais uma grande quantidade de circuitos e informações de grande utilidade para todos que trabalham com eletrônica.

Os projetistas podem contar com uma quantidade de circuitos básicos para desenvolver seus projetos, bastando em muitos casos fazer poucas ou nenhuma alteração nas configurações básicas para obter o comportamento desejado.

Por outro lado, as informações permitem trabalhar melhor com os componentes, calcular circuitos e até encontrar dados que de outra forma seriam difíceis de obter por encontrar-se apenas em manuais de fábrica ou folhas de dados.

Os circuitos apresentados nessa edição foram coletados do grande arquivo que o autor possui, tendo usado muitos deles em projetos mais elaborados que foram publicados nas diversas revistas com que colabora e mesmo em muitos de seus livros no Brasil e exterior.

Esses circuitos, em sua maioria usam componentes fáceis de obter, essa é uma característica dessa edição, consistindo assim em soluções imediatas que podem atender às mais diversas necessidades dos leitores, principalmente em situações de emergência, quando um circuito precisa ser montado com o que se tem em mãos.

Alguns dos circuitos apresentados, assim como informações, também foram extraídas de uma série antiga de publicações, que hoje se encontra esgotada mas que contém muito que leitores ainda nos pedem. Por esse motivo, os leitores que possuem a série antiga Circuitos & Informações não devem estranhar se alguma coisa for repetida. Isso se deve à constantes consultas que recebemos de leitores que não têm tais livros (esgotados) e que precisam dos circuitos ou das informações.

O importante é ter em mãos esses circuitos e informações e isso é possível de forma objetiva e imediata através do modo como fazemos sua organização. Com os três volumes anteriores da série, os leitores terão uma fonte de extrema importância para ajudar em seus projetos, trabalhos de reparação ou simplesmente consulta para saber se existe um determinado circuito para uma aplicação que tenha em mente.

Nosso objetivo com mais esse volume da série é levar ao leitor informações e circuitos que possam lhe ajudar no dia a dia de seu trabalho com eletrônica.

ADVERTÊNCIA

Foram tomadas todas as precauções para assegurar que os circuitos e soluções apresentados neste livro estejam corretos. No entanto, nenhuma garantia pode ser dada ou implicada, incluindo qualquer uma sobre a comerciabilidade ou exatidão dos dados e circuitos apresentados para fins determinados os quais estão sujeitos a otimizações e à própria qualidade dos componentes utilizados. Dessa forma, advertimos que, usando as informações encontradas aqui, o leitor assumirá o risco de perdas ou danos que resultem dessa utilização de informações ou circuitos. Em nenhum evento o Autor ou a Editora serão responsabilizados por qualquer indenização ou ressarcimento devidos a perdas decorrentes do uso das informações aqui contidas para fins específicos.

SENSOR INFRAVERMELHO

O circuito mostrado na **figura 1** detecta radiação infravermelha cuja freqüência depende da curva de resposta do fototransistor usado. Um filtro apropriado deve ser utilizado para selecionar o comprimento de onda da radiação que precisa ser detectada. Fototransistores comuns respondem razoavelmente a fontes como LEDs infravermelhos e outras de radiação não muito afastada do vermelho (infravermelho próximo).

Alimentado o circuito com uma tensão de 5 V, sua saída torna-se compatível com a porta paralela de um PC ou com circuitos digitais TTL. P_1 serve para ajustar o limiar do disparo.

Quando uma radiação é detectada, a saída vai ao nível alto. Lembramos que o LM339 tem a saída em coletor aberto, o que significa que, de acordo com a aplicação, deve ser previsto um resistor *pull-up* de 2,2 k Ω .

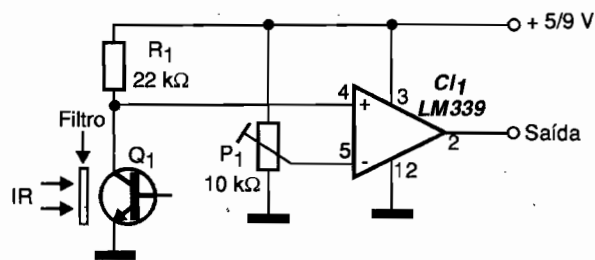


Figura 1

Como o LM339 possui quatro comparadores no mesmo invólucro, os outros três podem ser usados com outras finalidades.

O resistor de 22 k Ω pode ter seu valor alterado na faixa de 10 k Ω 1 M Ω , dependendo da sensibilidade desejada para o circuito.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso que aproveita um dos comparadores do LM339.

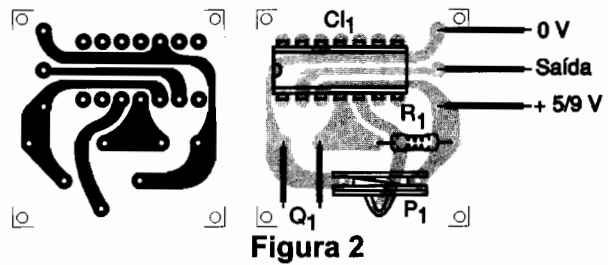


Figura 2

Lista de Material:

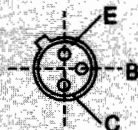
- CI_1 - LM339 - Comparador de tensão quádruplo
- Q_1 - Qualquer fototransistor (TIL-78, por exemplo)
- P_1 - 10 k Ω - trimpot
- R_1 - 22 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, laranja
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

2N2218/2N2218A

Transistor NPN de comutação de média potência - ideal para osciladores até 100 MHz com boa potência de saída, circuitos comutadores e drivers de relés e outras cargas.

2N2218/2218A



Características:

	2N2218	2N2218A
V_{ce0}	30 V	40 V
I_c	800 mA	800 mA
P_{tot}	800 mW	800 mW
h_{fe}	40-120	40-120
f_T	200 MHz	200 MHz

INFORMAÇÃO

BU433

Transistor NPN de silício de alta tensão para fontes chaveadas e inversores de freqüência.

Características:

- V_{ce0} 375V
- I_c 6 A
- P_{tot} (73 °C) ... 70 W
- h_{FE} ($I_c = 600$ mA) 40 (tip)
- f_T 6 MHz



DIVISOR POR 11 - TTL

O circuito apresentado na **figura 1** divide a frequência de pulsos retangulares TTL por 11. O ciclo ativo do sinal obtido na saída não é 50%. Não se trata, portanto, de um sinal quadrado. Assim, dependendo da aplicação, um circuito adicional para modificar o ciclo ativo deve ser agregado. A frequência máxima de entrada do circuito é de 25 MHz. O inversor empregado é um dos seis disponíveis em um circuito integrado 7406. Esse circuito integrado também deve ser alimentado com uma tensão de 5 V. A contagem dos pulsos ocorre com a transição positiva do pulso de entrada. O sinal de entrada deve ser perfeitamente retangular (sem repiques) e compatível com lógica TTL.

Não fornecemos a placa de circuito impresso, uma vez que apenas dois CIs são usados e normalmente esse bloco faz parte de projetos mais elaborados.

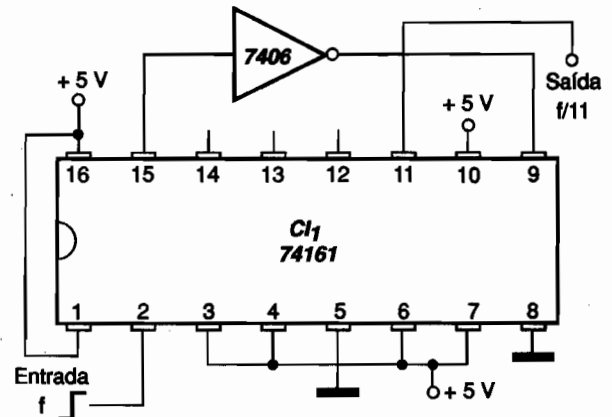


Figura 1

Lista de Material:

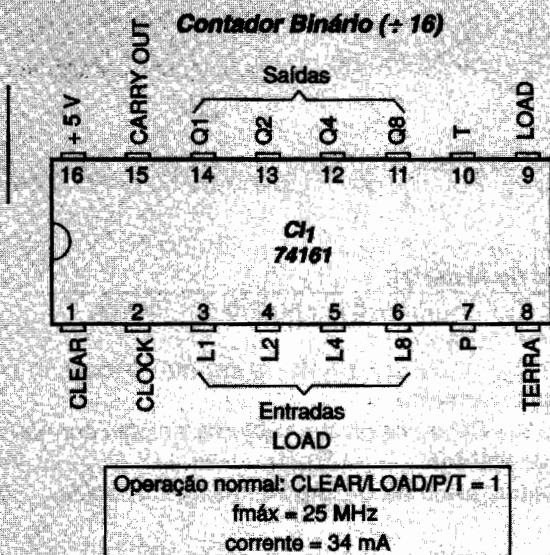
- CI₁ - 74161 - Circuito Integrado TTL
- CI₂ - 7406 - Circuito Integrado TTL

INFORMAÇÃO

74161

Contador Binário - Divisor por 16

O circuito integrado 74161 consiste de um divisor por 16 e contador binário que pode ser programado para fazer a divisão ou contagem até valores menores. As saídas LOAD são usadas para carregar um valor binário a partir de onde é feita a contagem.



Na operação normal, as entradas CLEAR, CLOCK, P e T são postas no nível alto. Para carregar um valor nas entradas de L₁ a L₈ basta aplicar os níveis lógicos nessas entradas e colocar por instante no nível baixo a entrada LOAD.

Colocando a entrada CLEAR no nível baixo, por um instante, a contagem é zerada.

A frequência máxima de operação desse CI é 25 MHz e a corrente consumida é de 34 mA.

5AS4

Válvula Duplo Diodo de Aquecimento Direto

Características:

Filamento: 5 V x 3 A

Tensão de pico máxima inversa de placa: 1500 V

Tensão máxima rms de placa: 900 V

Corrente contínua máxima de saída: 275 mA



INTERFACE DE LEITURA

Com a configuração passiva apresentada na **figura 1**, é possível aplicar níveis lógicos para serem lidos por uma porta paralela. Para programar os níveis lógicos, podemos usar interruptores simples ou então sensores de contato de qualquer tipo como, por exemplo, *reed switches*, interruptores de lâminas comuns e outros. Trata-se de uma idéia interessante para ser empregada em automatismos, robôs e outros projetos controlados por computador. Quando uma chave é fechada, na entrada correspondente aparece o nível lógico 0. Quando a chave está aberta, o nível aplicado é alto. A fonte de 5 V deve ter um terra comum com a porta paralela, o que pode ser feito no pino 26, conforme ilustra o diagrama. O circuito exibido utiliza apenas 5 entradas, mas pode ser ampliado para usar as 8 entradas disponíveis da porta paralela.

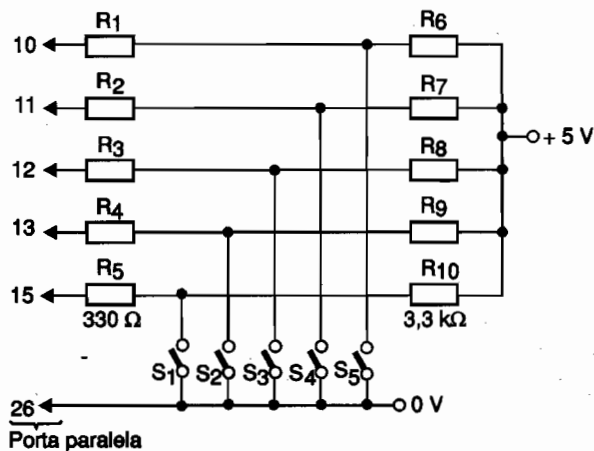


Figura 1

A placa de circuito impresso para implementar essa interface é mostrada na **figura 2**. O cabo de conexão à porta paralela pode ser um cabo comum de impressora.

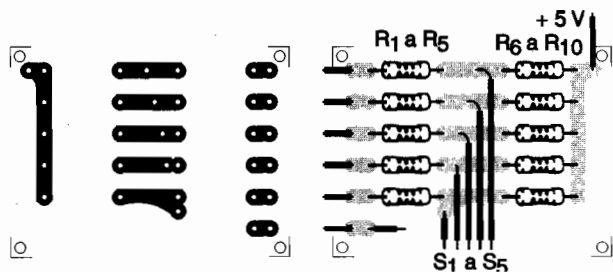


Figura 2

INFORMAÇÃO

Inversor

Os inversores lógicos são amplamente usados em projetos que envolvem tecnologia digital tanto TTL quanto CMOS. Na **figura 2** damos algumas informações importantes sobre essa função.

O Diagrama de Venn, por exemplo, é uma representação que parte da Teoria dos Conjuntos, revelando que o conjunto de valores assumidos na saída é oposto ao conjunto Universo. Temos também a tabela-verdade que mostra que, quando na entrada o nível é alto, na saída o nível é baixo, e vice-versa. E, finalmente, uma simulação dessa função usando um relé comum.

Inversor

Diagrama de Venn

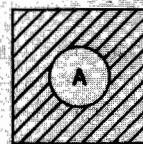


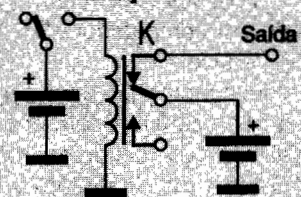
Tabela - Verdade

A	f(A) = \bar{A}
0	1
1	0

Símbolo



Simulação com relé



Lista de Material:

- R_1 a R_5 - 330 Ω x 1/8 W - resistores - laranja, laranja, marrom
- R_6 a R_{10} - 3,3 k Ω x 1/8 W - resistores - laranja, laranja, vermelho
- S_1 a S_5 - Sensores ou interruptores simples normalmente abertos
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

DIVISOR POR 6 - TTL

O bloco lógico mostrado na **figura 1** se destina à divisão de sinais lógicos TTL por 6. O sinal obtido na saída não tem 50% de ciclo ativo, o que quer dizer que em aplicações onde isso seja necessário, um bloco adicional de conformação de pulso deve ser adicionado. A alimentação do circuito deve ser feita com uma tensão de 5 V e o sinal de entrada precisa ser livre de repiques, perfeitamente retangular. A frequência máxima de entrada admitida por este circuito é 15 MHz. Com o uso de lógica TTL mais rápida (LS, por exemplo), frequências maiores podem.

Como esse bloco deve fazer parte de projetos mais complexos e emprega apenas um circuito integrado como componente, não será necessário dar a lista de material e a placa de circuito impresso.

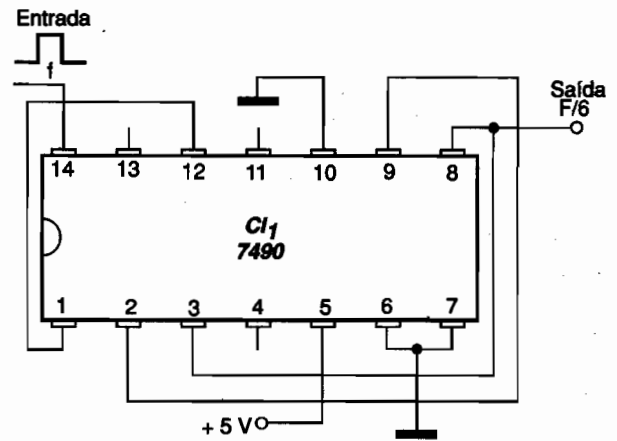


Figura 1

REVERSÃO DIGITAL DE MOTOR

Quando a entrada do circuito mostrado na **figura 1** é levada ao nível alto, o relé atraca, e com isso o sentido de circulação da corrente no motor é invertido. O resultado final é uma reversão da rotação que pode ser controlada digitalmente a partir de lógica TTL, CMOS ou mesmo a partir da saída paralela de um computador. O relé precisa ter dois contatos reversíveis com capacidade de corrente de acordo com o motor que deve ser controlado. O relé deve ser do tipo sensível com bobina de 6 ou 12 V conforme alimentação desejada e corrente de 50 mA ou menos. O terra da alimentação do circuito e da lógica de entrada deve ser comum.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso que leva em conta o uso de um relé com soquete DIL. Para outros tipos de relé, a placa de circuito impresso deve ser redesenhada.

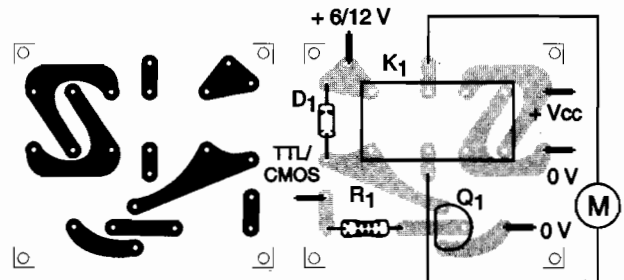


Figura 2

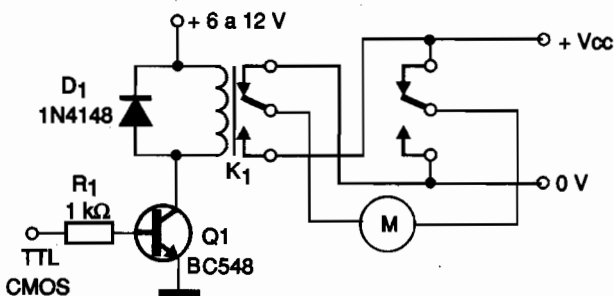


Figura 1

Lista de Material:

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- K_1 - Relé de 6 ou 12 V com 50 mA de bobina
- R_1 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- M - motor de corrente contínua.
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

UÁU-UÁU PARA GUITARRA

O circuito observado na **figura 1** pode ser usado para agregar o efeito de trêmulo para violões e guitarras. P₁ tanto pode ser um pedal, quanto ser acoplado à guitarra com uma pequena alavanca de acionamento. A alimentação pode vir de bateria de 9 V, uma vez que o consumo é muito baixo, ou de fonte que deve ter uma excelente filtragem. O circuito exibido se destina a captadores de alta impedância. Com alguns tipos de captadores ele pode não funcionar, exigindo, por isso, um circuito pré-amplificador ou casador de impedâncias. A montagem deve ser feita em caixa blindada e devidamente aterrada. Os cabos de entrada e saída devem ser blindados.

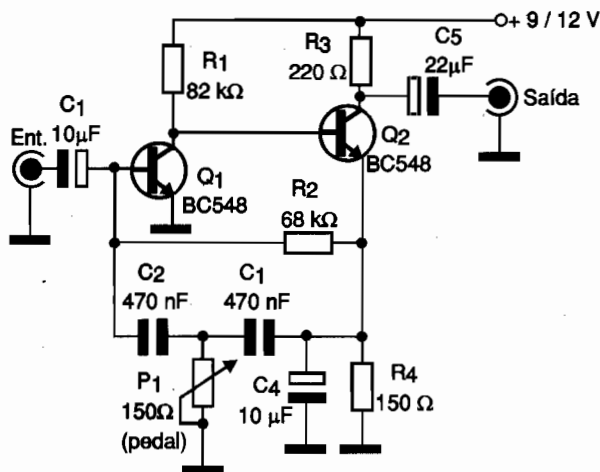


Figura 1

Lista de Material:

Q₁, Q₂ - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
 P₁ - 150 Ω - potenciômetro (pedal ou alavanca)
 R₁ - 82 k Ω x 1/8 W - resistor - cinza, vermelho, laranja
 R₂ - 6,8 k Ω x 1/8 W - resistor - azul, cinza, vermelho
 R₃ - 220 Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, marrom
 R₄ - 150 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, verde, marrom
 C₁, C₄ - 10 µF x 12 V - capacitores eletrolíticos
 C₂, C₃ - 470 nF - capacitores - cerâmico ou poliéster
 C₅ - 22 µF x 12 V - capacitor eletrolítico
 Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, jaques de entrada e saída, fios blindados, solda, caixa de metal, etc.

Na **figura 2** apresentamos uma sugestão de placa de circuito impresso. Nessa placa não estão incluídos os *jaques* de entrada e saída, que devem ser de acordo com o captador e amplificador usado, e também a fonte de alimentação e interruptor geral.

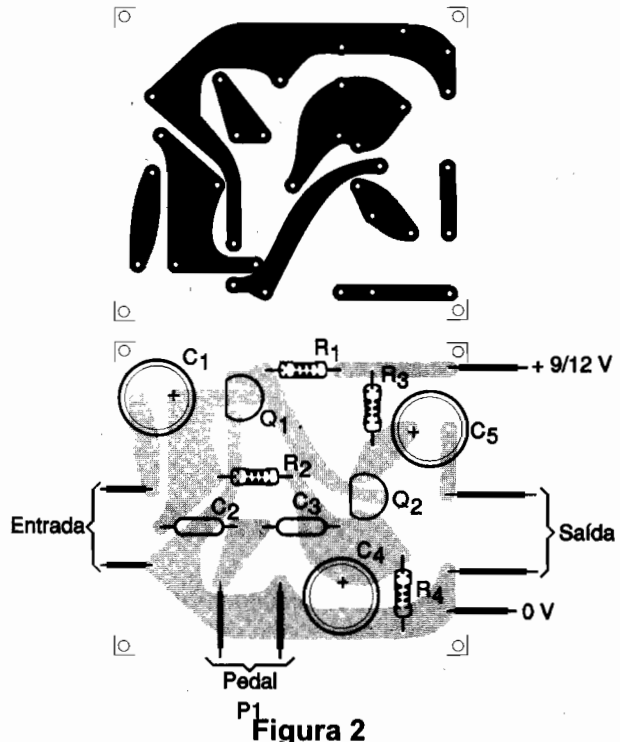


Figura 2

INFORMAÇÃO

PORTA OR DE 3 ENTRADAS

Na **figura abaixo** temos o símbolo, a tabela-verdade e a equação booleana de uma porta OR de 3 entradas.

Podemos resumir a operação dessa função lógica dizendo que "a saída estará no nível alto quando qualquer uma das entradas estiver no nível alto".



Equação Booleana

$$X = A + B + C$$

A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

CONTROLE DE MOTOR DE PASSO

Aplicando-se os níveis lógicos em seqüência (ver Informação & Solução), podemos fazer com que o motor gire em um sentido ou noutro.

A velocidade de rotação do motor dependerá da freqüência da seqüência dos sinais aplicados à entrada.

O circuito exibido na **figura 1** serve para motores de até 12 V de tensão de alimentação com corrente máxima da ordem de 1 A.

A entrada é compatível com lógica TTL e CMOS, podendo até ser utilizada a porta paralela do PC para gerar esses sinais. No entanto, o terra desse circuito deve ser comum ao circuito de controle. O

motor empregado é do tipo comum de 4 fases com qualquer ângulo de passo.

Os transistores de potência deverão ser montados em radiadores de calor.

Na **figura 2** damos a placa de circuito impresso para este controle.

As trilhas de alimentação e de saída devem ser um pouco mais largas que as demais, em razão da corrente a ser conduzida.

A fonte precisa ser compatível com a aplicação considerando-se que podem existir momentos em que mais de um enrolamento está energizado ao mesmo tempo, dependendo da aplicação.

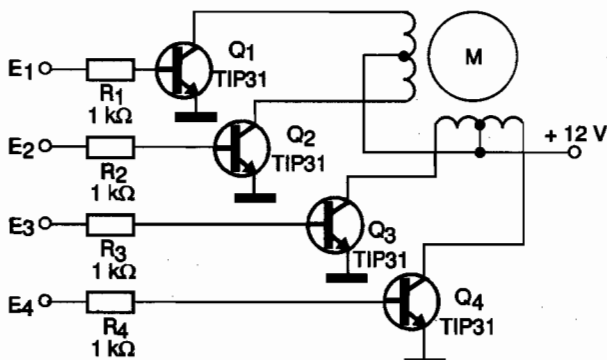


Figura 1

INFORMAÇÃO

Fases de um Motor de Passo

Os motores de passo de 4 fases precisam ser energizados com uma seqüência apropriada de pulsos para poderem girar. Na **figura 3** observamos a seqüência para a maioria dos motores comuns, lembrando que existem tipos em que essa seqüência pode ser diferente.

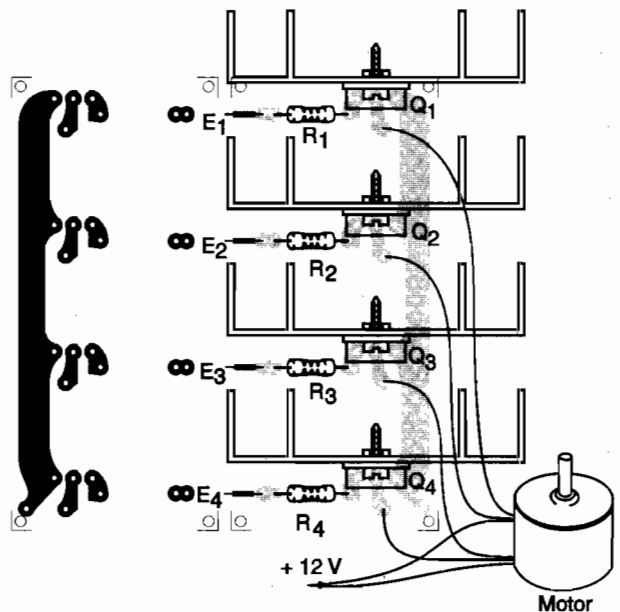
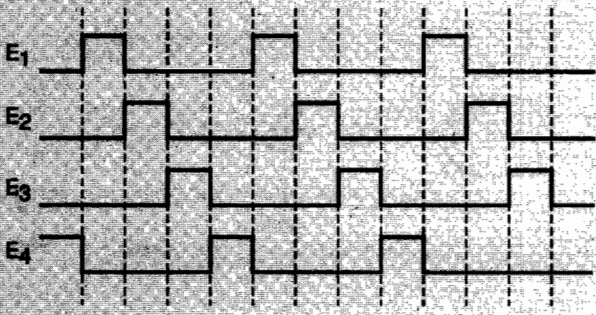


Figura 2

Lista de Material:

- Q_1 a Q_4 - TIP31 ou equivalente - transistores NPN de potência
- R_1 a R_4 - 1 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, vermelho
- M - motor de passo de 4 fases para 12 V até 1 A
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para os transistores, fios, solda, etc.

OSCILADOR DE UHF

Dependendo do transistor usado, o circuito ilustrado na **figura 1** pode gerar sinais de até uns 800 MHz. A montagem é bastante crítica e L_1 depende justamente da frequência. Para a faixa até uns 470 MHz essa bobina é formada por 1 espira de fio esmaltado 28 com diâmetro de 1 cm, sem núcleo. CV deve ser de 0,5 a 5 pF aproximadamente e todos os capacitores do circuito devem ser cerâmicos. Transistores equivalentes ao indicado podem ser empregados. O sinal tanto pode ser retirado do coletor do transistor quanto de uma espira (L_2) enrolada sobre L_1 .

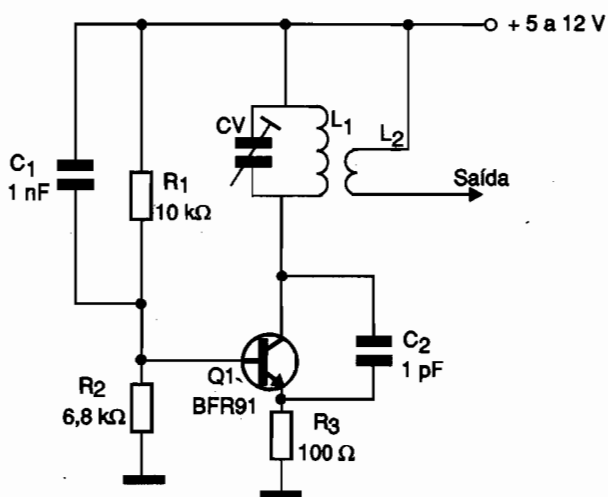


Figura 1

Na **figura 2** apresentamos uma sugestão de placa de circuito impresso para o transistor BFR91 que é fornecido em invólucro SOT-37.

Esse transistor é montado sob a placa com os terminais soldados diretamente nas ilhas das trilhas de cobre.

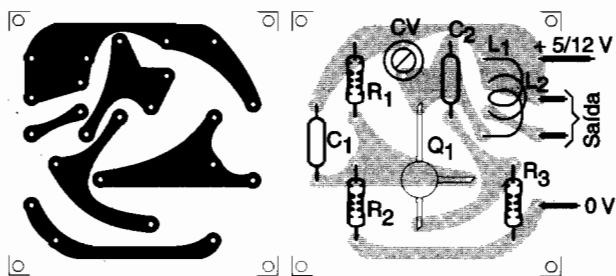


Figura 2

Lista de Material:

- Q_1 - BFR91 ou equivalente - transistor NPN de UHF
- L_1/L_2 - bobinas - ver texto
- CV - 0,5 - 5 pF - trimmer
- R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_2 - 6,8 kΩ x 1/8 W - resistor - azul, cinza, vermelho
- R_3 - 100 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, marrom
- C_1 - 1 nF - capacitor cerâmico
- C_2 - 1 pF - capacitor cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Porta NAND

Numa função NAND de duas entradas, a saída estará no nível baixo se e somente se as duas entradas estiverem no nível alto.

Na **figura 3** temos o Diagrama de Venn, Símbolo, tabela-verdade e uma simulação de circuito usando relé.

Porta NAND

Diagrama de venn



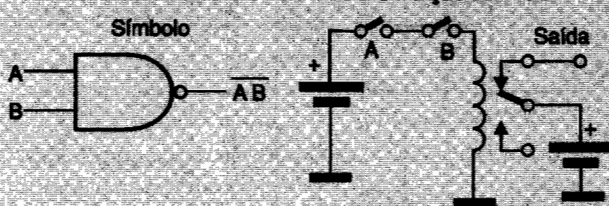
Tabela - verdade

A	B	f(A,B) = \overline{AB}
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Símbolo



Simulação com relé



FOTODISPARADOR

A configuração ilustrada na **figura 1** é um Disparador de Schmitt ou Schmitt Trigger e tem uma ação muito rápida de saída quando uma transição do sinal de entrada é aplicada. No caso, o sinal de entrada é óptico, consistindo no corte do feixe de luz que incide no LDR. O ajuste da sensibilidade é feito no *trimpot* ou potenciômetro P₁. A alimentação é realizada com uma tensão de 9 V e o consumo muito baixo. O sensor pode ter sua sensibilidade e diretividade aumentadas com a ajuda de recursos ópticos tais como uma lente convergente e a montagem num tubo opaco.

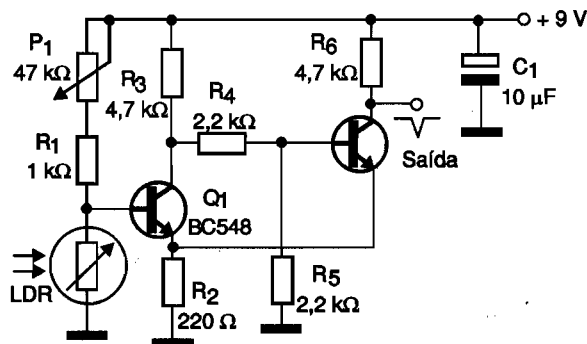


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse disparador óptico.

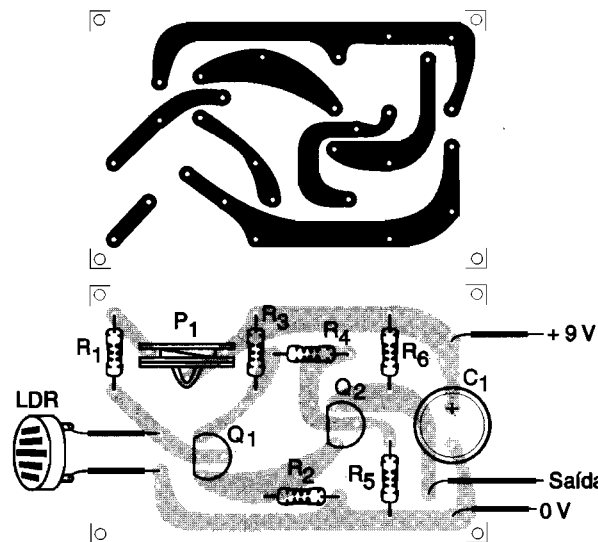


Figura 2

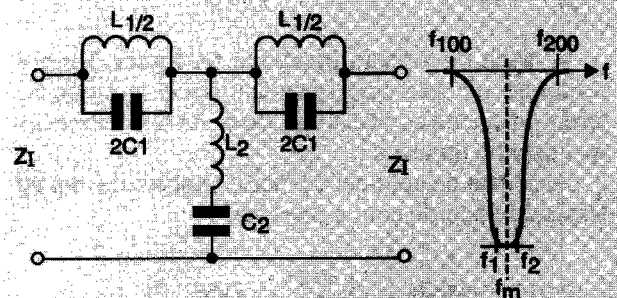
Lista de Material:

- Q₁, Q₂ - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
- LDR - qualquer LDR comum
- P₁ - 47 kΩ - trimpot ou potenciômetro
- R₁ - 1 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- R₂ - 220 Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, marrom
- R₃, R₆ - 4,7 kΩ - resistores - amarelo, violeta, vermelho
- R₄, R₅ - 2,2 kΩ x 1/8 W - resistores - vermelho, vermelho, vermelho
- C₁ - 10 µF x 12 V - capacitor eletrolítico
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Filtro Rejeita Faixa Constante-K

O filtro em T observado na **figura 3** rejeita uma estreita faixa de frequências determinada pelos valores dos componentes, conforme curva e fórmulas dadas junto ao diagrama. Nessas fórmulas, R_o é a impedância do filtro que faz uso de indutores e capacitores.



$$L_1 = \frac{(f_2 - f_1) \cdot R_o}{\pi \cdot f_1 \cdot f_2}$$

$$L_2 = \frac{R_o}{4\pi \cdot (f_2 - f_1)}$$

$$C_1 = \frac{1}{4\pi \cdot (f_2 - f_1) \cdot R_o}$$

$$C_2 = \frac{(f_2 - f_1)}{\pi \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot R_o}$$

$$f_m = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$$

$$R_o = \sqrt{\frac{L_1}{C_2}} = \sqrt{\frac{L_2}{C_1}}$$

CONTROLE DIGITAL DE MOTOR

O circuito exibido na **figura 1** aciona um relé para controlar um motor a partir de sinais TTL ou CMOS, ou ainda de uma porta paralela de computador.

O relé usado deve ter enrolamento para 50 mA com tensão de 6 ou 12 V de acordo com a fonte disponível, que pode ser a mesma que alimenta o motor. A corrente de contatos desse relé deve ser de acordo com as exigências do motor.

O circuito aciona o relé e o motor quando a entrada vai ao nível alto. Podem ser usados os contatos NF do relé para uma ação inversa.

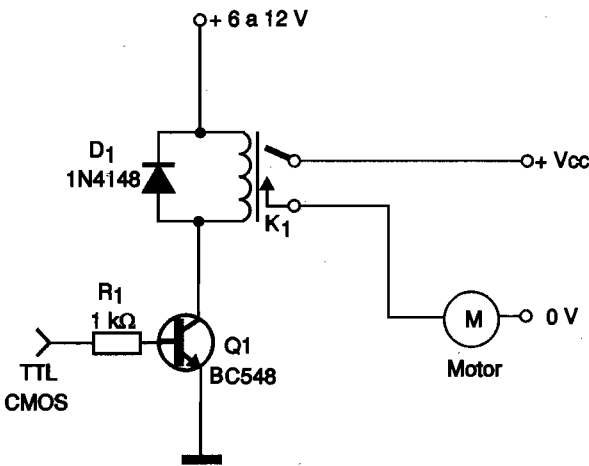


Figura 1

A placa de circuito mostrada na **figura 2** prevê o uso de um relé com base DIL (*Dual in Line*). Se forem utilizados equivalentes, deve ser feita alteração no desenho da placa.

As trilhas de controle do motor também devem ter largura de acordo com a corrente.

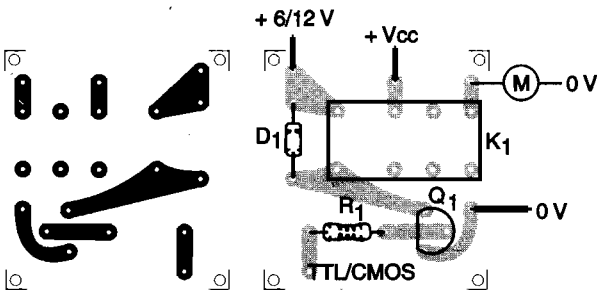


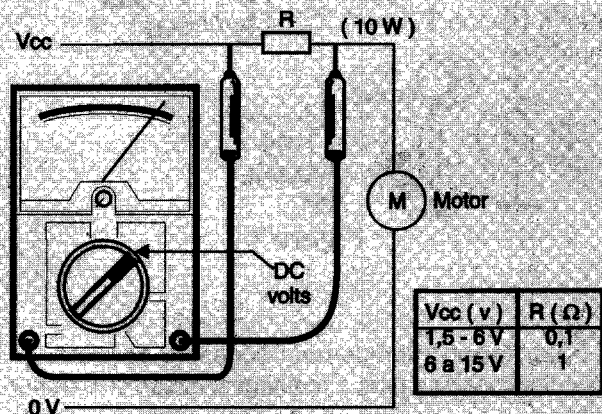
Figura 2

INFORMAÇÃO

Medida de Corrente de Motor

Para medir a corrente em um motor de corrente contínua sem colocar em risco a integridade de um multímetro, podemos nos basear na queda de tensão de um resistor de valor conhecido, aplicando a Lei de Ohm, conforme circuito exibido na **figura abaixo**.

Para um resistor de 1 ohm, teremos 1 V para cada ampère. Para um resistor de 0,1 ohm, teremos 0,1 V para cada ampère de corrente. A tabela junto ao diagrama fornece os valores recomendados para as diversas faixas de tensão de alimentação do motor.



Lista de Material:

- Q₁ - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- D₁ - 1N4148 - diodo de uso geral
- R₁ - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- K₁ - Relé de 6 ou 12 V com bobina de 50 mA ou menos
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

BOOSTER DE CORRENTE

A finalidade do circuito ilustrado na **figura 1** é aumentar a capacidade de corrente de fontes de alimentação, chegando a 10 A. A tensão de saída será 1,2 V menor que a tensão de referência que pode ser obtida de circuitos integrados reguladores ou zeners de menor capacidade de corrente. Os resistores R_1 a R_3 precisam ser de fio. Os transistores de Q_1 a Q_3 devem ser montados em grandes dissipadores de calor. O transistor TIP41 deve ser montado em radiador menor. Dada a elevada corrente usada, os componentes deste bloco devem ser interligados por fios grossos. Assim, fica apenas a etapa reguladora, que depende da aplicação, montada em placa de circuito impresso.

A saída da fonte assim como a entrada deve ser desacoplada com capacitores eletrolíticos apropriados.

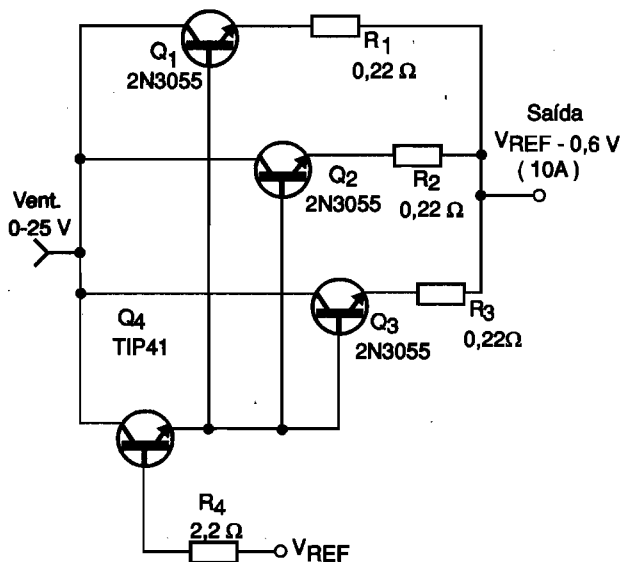


Figura 1

Lista de Material:

Q_1 a Q_3 - 2N3055 - transistor NPN de alta potência
 Q_4 - TIP41 - transistor NPN de potência
 R_1 a R_3 - 0,22 Ω x 5 W - resistores de fio
 R_4 - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho

INFORMAÇÃO

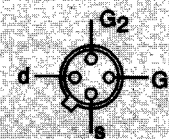
3N140/3N141

MOS-FETs de baixa potência de porta dupla isolada para frequências até 300 MHz.

Características:

V_{ds} (máx)	0 a 20 V
V_{g1s} (máx)	-8 a +1 V
V_{g2s} (máx)	-8 a 40% de V_{ds}
I_d	50 mA
P_t	400 mW
g_{fs}	6 000 μS (min)
I_{g1ss}, I_{g2ss}	1 nA

3N140/3N141



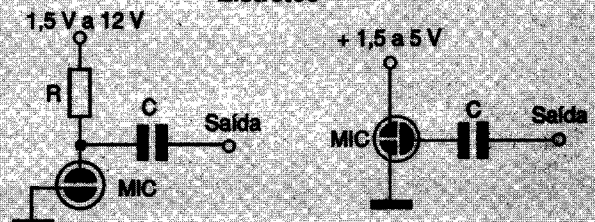
Transistor MOS de porta isolada - até 300 MHz - (RCA)



Eletretos

Os microfones de eletreto podem ser encontrados em versões de dois e três terminais conforme indica a **figura 3**. No primeiro caso, para polarização externa é usado um resistor que varia tipicamente entre 1k Ω e 10 k Ω , de acordo com a tensão de alimentação. O capacitor de acoplamento de sinal pode variar entre 220 nF e 10 μF . Observe a polaridade da ligação. Para o microfone de três terminais, o resistor é desnecessário (é interno) e o capacitor pode assumir os mesmos valores dos microfones de 2 terminais.

Eletretos



BARGRAPH LM3914

O circuito apresentado na **figura 1** faz acender um LED de uma seqüência de 10 numa escala que depende da intensidade (tensão) do sinal colocado na entrada. Podemos usá-lo como instrumento indicador digital de 10 posições em diversos tipos de aplicação. Os LEDs podem ser de qualquer cor e a tensão de alimentação pode ficar entre 9 e 12 V, o que permite que eles sejam usados em aplicações automotivas. O ajuste da sensibilidade é feito em P_1 .

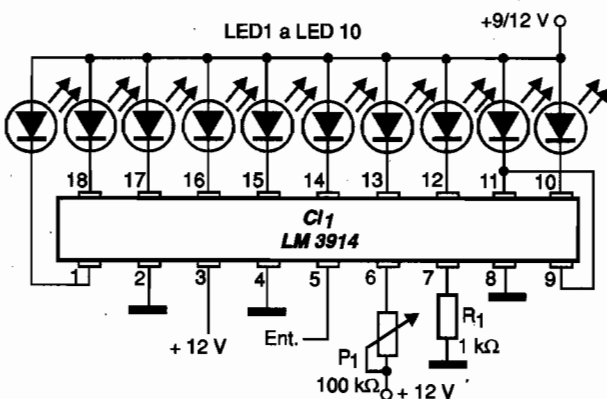


Figura 1

INFORMAÇÃO

BD334

Transistor PNP Darlington de potência para saída de áudio, fontes chaveadas e comutação - complementar: BD333

Características:

- V_{ceo} 80 V
- I_c 6 A
- P_{tot} (25 °C) ... 60 W
- h_{FE} (I_c = 3 A) > 750
- f_T 7 MHz



Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do indicador. Em lugar de LEDs individuais, podem ser usadas barras com 10 LEDs já montados lado a lado, caso em que o desenho da placa deve ser devidamente alterado.

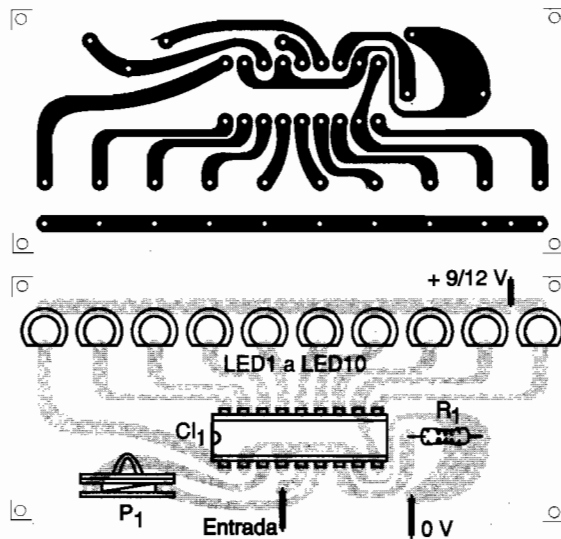


Figura 2

Lista de Material:

- CI₁ - LM3914 - Circuito integrado
- LED1 a LED10 - LEDs comuns
- P₁ - 100 k Ω - trimpot
- R₁ - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

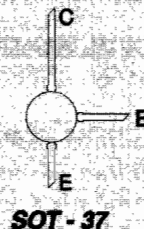
INFORMAÇÃO

BFR91

Transistor bipolar (NPN) de UHF para aplicações em osciladores e conversores.

Características (máximos):

- V_{ceo} 12 V
- I_c 30 mA
- h_{FE} (min) 40
- f_T 5 GHz



AMPLIFICADOR DE VÍDEO

O circuito exibido na **figura 1** é aperiódico, podendo amplificar sinais de uma faixa larga que corresponde aos sinais de vídeo. A alimentação é feita com uma tensão de 12 V. Dentre os usos possíveis, destacamos os sistemas de distribuição de vídeo ou ainda como etapa de modulação de transmissores de vídeo.

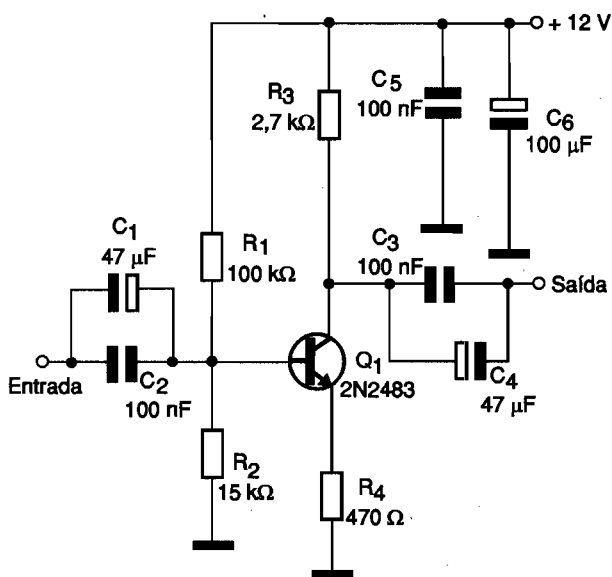


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso sugerida, observando-se que, dependendo da procedência do transistor, pode ser diferente do indicado na figura, caso em que o leitor deverá estar atento para a disposição dos terminais.

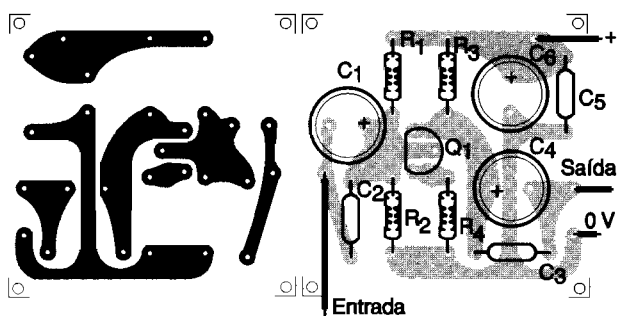


Figura 2

INFORMAÇÃO

BC369

Transistor PNP de saída de áudio e comutação - complementar BC368

Características:

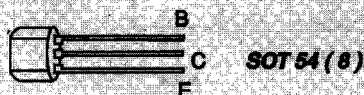
V_{ceo}: 20 V

I_c: 1 A

P_{tot} (25°C): 1 W

h_{FE} (com 500 mA): 85 a 375

f_T (tip): 60 MHz



BC639

Transistor NPN de silício para uso geral - complementar: BC640

Características:

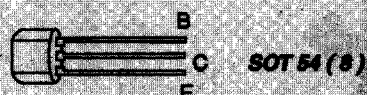
V_{ceo}: 80 V

I_c: 1 A

P_{tot} (25 °C): 1 W

h_{fe} (I_c = 150 mA): 40-160

f_T (tip): 130 MHz



Lista de Material:

- Q₁ - 2N2483 - transistor NPN de RF
- R₁ - 100 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
- R₂ - 15 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, verde, laranja
- R₃ - 2,7 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, violeta, vermelho
- R₄ - 470 Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, marrom
- C₁, C₄ - 47 µF x 16 V - capacitores eletrolíticos
- C₂, C₃, C₅ - 100 nF - capacitores cerâmicos
- C₆ - 100 µF x 16 V - capacitor eletrolítico
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

AMPLIFICADOR PARA TRANSDUTOR MAGNÉTICO

Para amplificar sinais de transdutores magnéticos podemos usar o circuito exibido na **figura 1**. Esse circuito faz uso de um comparador de tensão LM111 que possui um transistor com coletor aberto, daí a necessidade do resistor R_3 de *pull up*. A saída é compatível com tecnologia TTL. O transdutor pode ter impedâncias entre alguns Ω e 1 000 Ω . A alimentação é feita com uma tensão de 5 V.

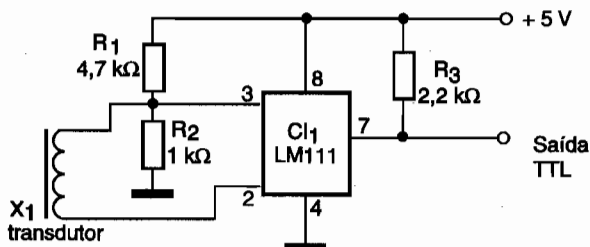


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso. O cabo de conexão ao transdutor, se for longo, deve ser blindado.

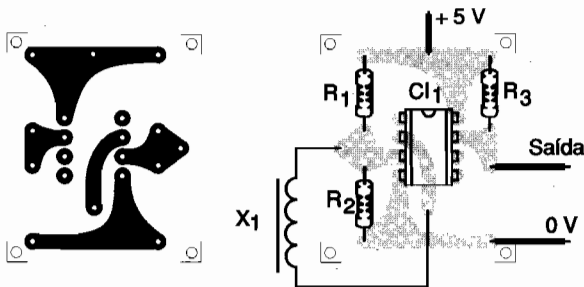


Figura 2

Lista de Material:

- CI_1 - LM111 - circuito integrado comparador de tensão
- X_1 - Transdutor
- R_1 - 4,7 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R_2 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- R_3 - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda.

INFORMAÇÃO

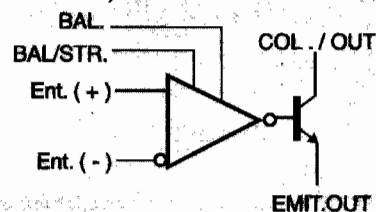
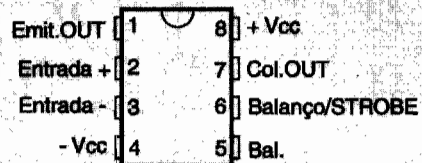
LM111/LM211/LM311

Comparadores diferenciais com Strobes

Características:

- Tensão de alimentação máxima: 18 - 0 - 18 V
- Entrada diferencial máxima: 30 - 0 - 30 V
- Dissipação total máxima: 500 mW
- Corrente máxima de saída nível baixo: 5,1 mA (tip)
- Corrente máxima de saída nível alto: - 4,1 mA (tip)
- Corrente de polarização máxima de entrada: 300 nA

- Possui proteção contra curto-circuito
- Pode operar com tensão de 5 V
- Compatível totalmente com lógica TTL



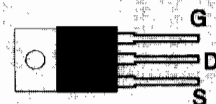
INFORMAÇÃO

IRF630/IRF631/IRF632/IRF633

MOSFETs de potência de Canal N.

Características:

- V_{dss} - 630/632 - 200 V
- 631/633 - 150 V
- I_d - 630/631 - 9 A
- 632/633 - 8 A
- $R_{ds(on)}$ - 630/631 - 0,4 Ω
- 632/633 - 0,6 Ω



CIRCUITO ANTI-REPIQUE

O acionamento de circuitos CMOS por chaves e sensores está sujeito a problemas causados pelo não fechamento imediato dos contatos dessas chaves e sensores que, em lugar disso, produzem uma seqüência muito rápida de pulsos. Esses pulsos podem ser interpretados separadamente e contados provocando funcionamento impreciso de contadores, circuitos de *reset* e outros. Os problemas causados pelos repiques podem ser eliminados com a chave rápida exibida na **figura 1**. A alimentação pode ser feita com tensões de 5 a 15 V e a chave usada (ou sensor) é do tipo reversível.

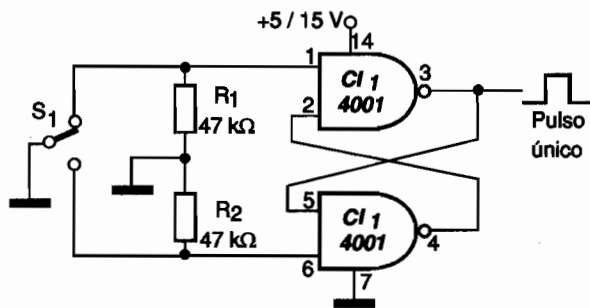


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso aproveitando duas das 4 portas disponíveis no circuito integrado 4001.

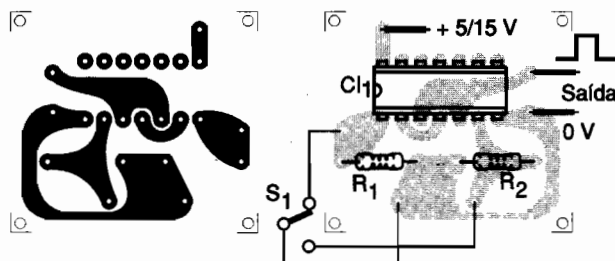


Figura 2

Lista de material

- CI₁ - 4001 - circuito integrado CMOS
- R₁, R₂ - 47 kΩ x 1/8 W - resistores - amarelo, violeta, laranja
- S₁ - Sensor ou chave reversível
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

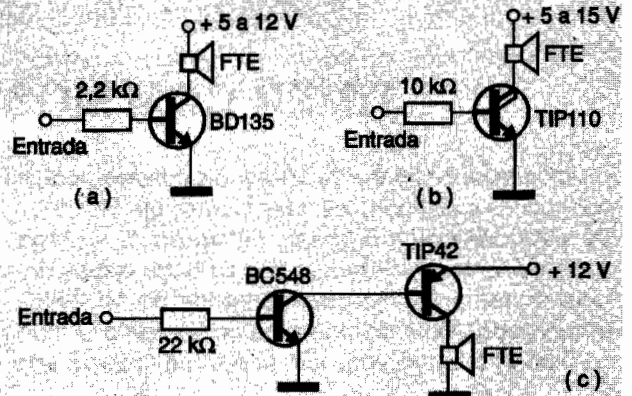
Excitação de Alto-Falantes com Circuitos TTL

Para excitar alto-falantes ou outros transdutores de baixa impedância com sinais de áudio (ou ultrasons) gerados por circuitos TTL, é preciso contar com circuitos amplificadores como os exibidos na **figura abaixo**.

Em (a) usamos um BD135 para obter uma potência de algumas centenas de milliwatts a partir da alimentação (que tanto pode ser os 5 V do próprio circuito TTL quanto uma tensão maior de outra fonte).

Para uma potência maior podemos usar as etapas mostradas em (b) e (c), que também podem ser alimentadas com fontes diferentes.

Em todos os casos será conveniente dotar os transistores de radiadores de calor, se a tensão usada na alimentação for maior do que 6 V.



INFORMAÇÃO

C106

SCR para 4 A equivalente ao TIC106, MCR106 e IR106.

Características:

- I_f 4 A
- I_{st} 0,2 mA
- V_{gt} 0,8 V
- V_{máx} (conforme sufixo): B - 200 V
D - 400 V



FOTOTIRISTOR SIMULADO

A **figura 1** mostra um circuito que simula um fototiristor a partir de transistor e fototransistor comum. A sensibilidade é dada basicamente por R_1 , que pode ser alterado na faixa de $1\text{ k}\Omega$ a $10\text{ k}\Omega$. A alimentação pode ser feita com tensões entre 9 e 15 V e a saída é feita no emissor de Q_1 . O fototransistor pode ser de qualquer tipo.

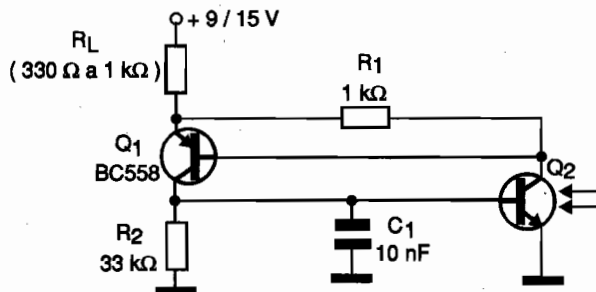


Figura 1

Na **figura 2** exibimos uma placa de circuito impresso para a montagem desse circuito.

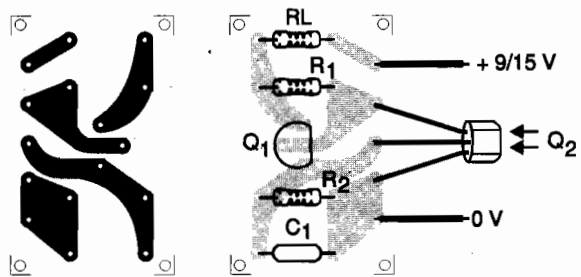


Figura 2

Lista de Material:

- Q_1 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
- Q_2 - TIL78 ou qualquer fototransistor
- R_L - Carga de $330\ \Omega$ a $1\text{ k}\Omega$
- R_1 - $1\text{ k}\Omega$ x $1/8\text{ W}$ - resistor - marrom, preto, vermelho
- R_2 - $33\text{ k}\Omega$ x $1/8\text{ W}$ - resistor - laranja, laranja, laranja
- C_1 - 10 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda.

TIMER COM MOSFET DE POTÊNCIA

Intervalos de tempo de até alguns minutos podem ser obtidos com o simples *timer* usando um MOSFET de potência que é ilustrado na **figura 1**. A carga pode ser uma lâmpada, um relé ou outro dispositivo com corrente máxima que depende do MOSFET empregado. Para lâmpada, devemos lembrar que no final da temporização não temos um apagamento

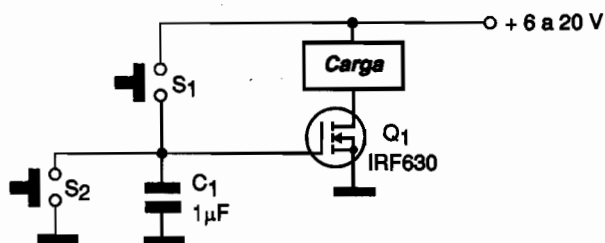


Figura 1

instantâneo, mas sim uma redução gradual do brilho. A alimentação pode ser feita com tensões de 6 a 20 V, e conforme a corrente da carga, o MOSFET deve ser montado em radiador de calor. Após a temporização, antes de uma nova partida, feita pressionando-se S_1 , deve-se apertar S_2 por um instante para descarregar totalmente o capacitor. O capacitor deve ser de poliéster de excelente qualidade, pois a existência de fugas afeta a temporização máxima que pode ser obtida.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para esse temporizador.

Obs: nunca apertar S_1 e S_2 ao mesmo tempo.

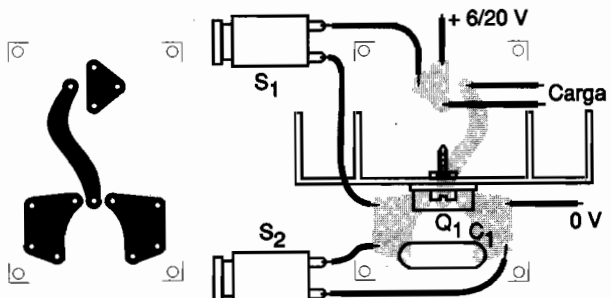


Figura 2

Lista de Material

- Q_1 - IFR630 ou equivalente - qualquer MOSFET de potência
- S_1, S_2 - Interruptores de pressão NA
- C_1 - $1\ \mu\text{F}$ - poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

REOSTATO

O circuito da **figura 1** é um controle linear de potência que pode ser usado para controlar motores, elementos de aquecimentos, lâmpadas e outras cargas que operem com corrente contínua. A corrente máxima de saída é da ordem de 2 ampères e o transistor Q_1 deve ser empregado com um excelente radiador de calor (pelo menos 5×7 cm). A tensão de entrada é de 6 a 18 V e, na carga, teremos uma tensão máxima de 2 V a menos que a tensão de entrada.

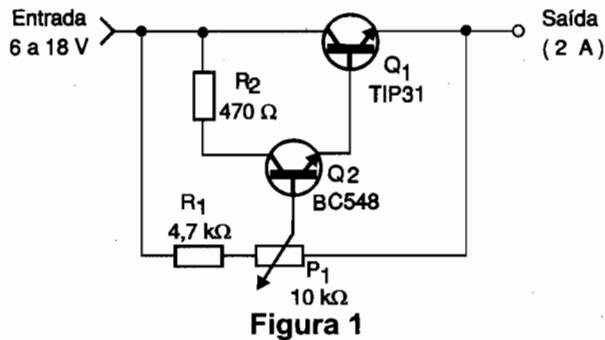


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do reostato, observando-se que o potenciômetro pode ser do tipo linear ou logarítmico.

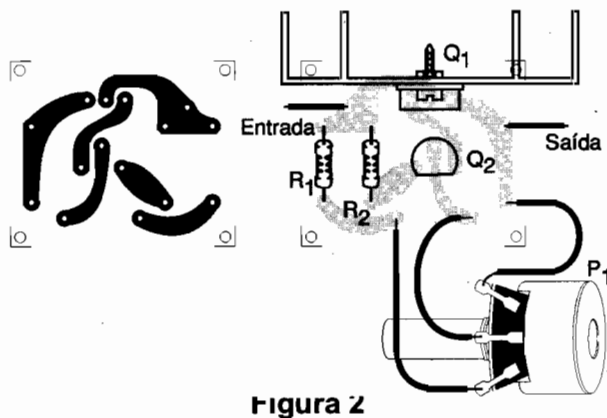


Figura 2

Lista de Material

Q_1 - TIP31 - transistor NPN de potência
 Q_2 - BC548 - transistor PNP de uso geral
 R_1 - 4,7 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
 R_2 - 470 Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, marrom
 P_1 - 10 k Ω - potenciômetro
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para o transistor de potência, fios, solda, etc.

MODULADOR RETANGULAR

Com o circuito apresentado na **figura 1** é possível modular em freqüência um sinal retangular de até 500 kHz. A freqüência do sinal é dada por C_1 e pelos valores conjuntos de P_1 , R_1 e R_2 (procure nas informações a fórmula para o 555 astável). A modulação é feita com tensões cuja amplitude pode variar entre 0 e a tensão de alimentação, aplicadas via R_3 no pino 5. O circuito pode ser utilizado em links de áudio por infravermelho ou pela rede de energia, amplificando-se o sinal obtido no pino 3 do CI. A profundidade da modulação depende da tensão aplicada à entrada.

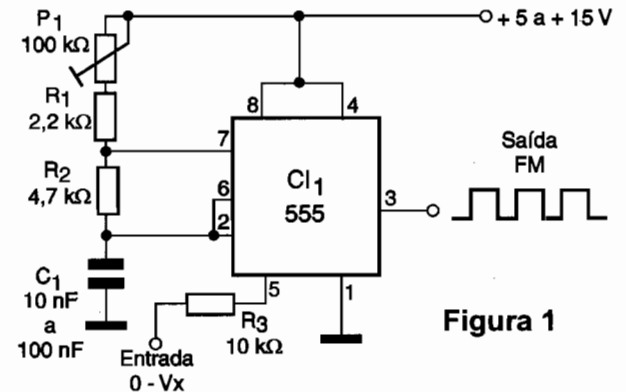


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do modulador. Etapas de potência com transistores como o BD136 ou TIP32 podem ser incluídas. Circuitos de excitadores (*drivers*) podem ser encontrados nos outros volumes dessa série.

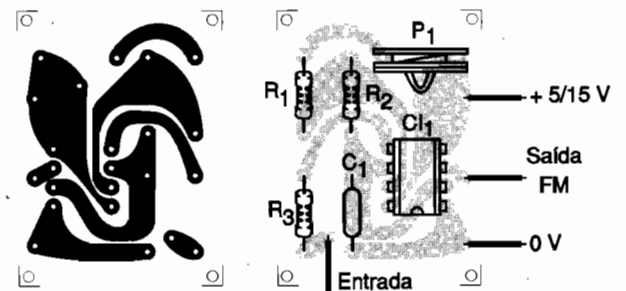


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - 555 - circuito integrado, timer
 P_1 - 100 k Ω - trimpot
 R_1 - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistor - verm., verm., verm.
 R_2 - 4,7 k Ω x 1/8 W - amarelo, violeta, vermelho
 R_3 - 10 k Ω x 1/8 W - marrom, preto, laranja
 C_1 - 10 nF a 100 nF - capacitor conforme a freqüência - ver texto
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

SONDA CMOS

O circuito da **figura 1** pesquisa os sinais de saídas de circuitos lógicos CMOS, fornecendo a indicação pelo acendimento de dois LEDs. Os LEDs acendem conforme os níveis lógicos, e a alimentação Vcc deve ser retirada do próprio circuito em que está sendo feita a análise. O amplificador operacional duplo LM358 pode ser substituído por equivalentes separados como, por exemplo, o 741.

Na **figura 2** mostramos a placa de circuito impresso para a montagem da sonda lógica.

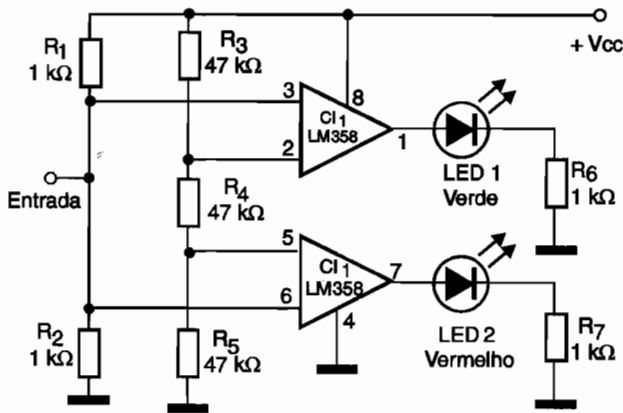


Figura 1

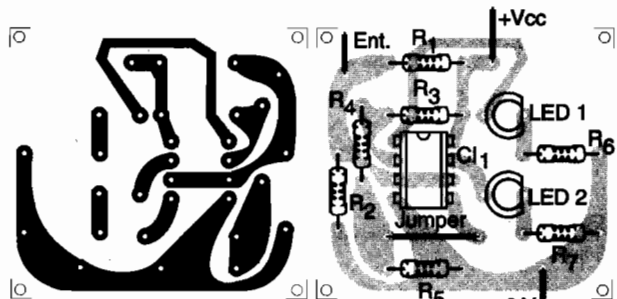


Figura 2

Lista de Material:

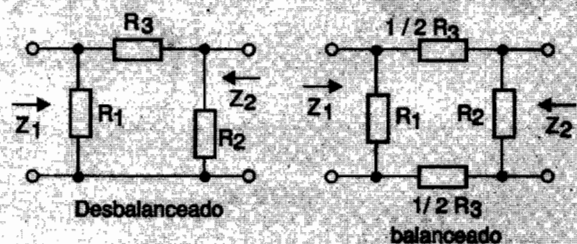
- CI₁ - LM358 - amplificador operacional duplo
- LED₁, LED₂ - LEDs verde e vermelho comuns
- R₁, R₂, R₆, R₇ - 1 kΩ x 1/8 W - resistores - marrom, preto, vermelho
- R₃, R₄, R₅ - 47 kΩ x 1/8 W - resistores - amarelo, violeta, laranja
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Circuitos Π (fórmulas)

Na **figura 3** temos duas configurações: desbalanceado, em que as impedâncias de saída e de entrada são diferentes, e balanceado, em que as impedâncias são iguais.

Na mesma figura temos também as fórmulas que permitem calcular os valores dos componentes em função das impedâncias.



$$R_1 = \frac{(K-1)Z_1\sqrt{Z_2}}{(K+1)\sqrt{Z_2}-2\sqrt{KZ_1}}$$

$$R_2 = \frac{(K-1)Z_2\sqrt{Z_1}}{(K+1)\sqrt{Z_1}-2\sqrt{KZ_2}}$$

$$R_3 = \frac{(K-1)\sqrt{Z_1 Z_2}}{2\sqrt{K}}$$

Se $Z_1 = Z_2$

$$R_1 = R_2 = \frac{Z_1(K-1)}{2\sqrt{K}}$$

$$R_3 = \frac{Z_1(K-1)}{2\sqrt{K}}$$

FONTE DE MUITO ALTA TENSÃO (MAT)

Dependendo do transformador T_1 , o circuito da **figura 1** pode gerar tensões de 5 000 a 40 000 volts. Dentre as aplicações possíveis estão experiências de Física, eletrificação de cercas, filtros eletrostáticos anti-poliuição e globos de raios. O circuito é alimentado diretamente pela rede de energia com um consumo relativamente baixo (que não chega a 10 watts). O transformador T_1 pode ser um *fly-back* aproveitado de um velho televisor, no qual tenhamos enrolado umas 4 a 6 espiras de fio comum com primário no núcleo de ferrite, ou também uma bobina de ignição de carro. No caso da bobina de ignição, lembramos que o seu secundário não é isolado do primário. Esse fato é importante se o aparelho for usado em um sistema eletrificador de cercas, por exemplo. Os valores entre parênteses no circuito são para a rede de 220 V. O SCR deve ser dotado de um pequeno radiador de calor e o circuito funciona tanto na rede de 110 V quanto em 220 V. O máximo de cuidado deve ser tomado com sua montagem, uma vez que o circuito não é isolado da rede de energia. O *trimpot* serve para ajustar o ponto de máximo rendimento do circuito.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para essa montagem.

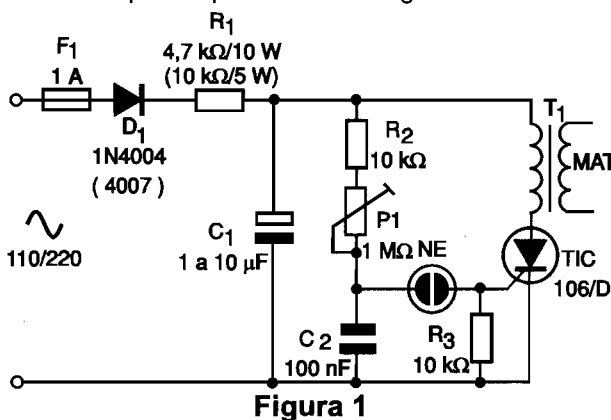


Figura 1

INFORMAÇÃO

TIP30
Transistor PNP de potência - complementar fp
TIP29

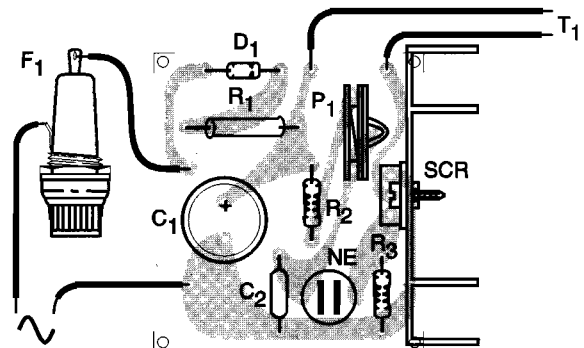
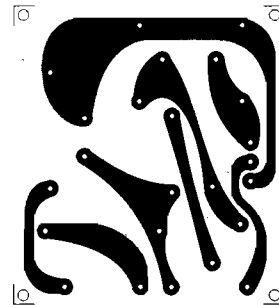


Figura 2

Lista de Material:

- SCR - TIC106B (110 V) ou TIC106D(220 V) - diodo controlado de silício
- NE-1 - lâmpada néon comum
- D_1 - 1N4004 (110 V) ou 1N4007 (220 V) - diodo retificador
- F_1 - 1 A - fusível
- R_1 - 4,7 k Ω x 10 W ou 10 k Ω x 5 W - resistor de fio
- R_2, R_3 - 10 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
- C_1 - 1 a 10 μ F - 200 V (rede de 110 V) ou 400 V (rede de 220 V) - capacitor de poliéster ou eletrolítico - conforme o valor
- C_2 - 100 nF - capacitor de poliéster para 100 V ou mais
- P_1 - 1 M Ω - trimpot ou potenciômetro
- T_1 - Transformador flyback ou bobina de ignição de automóvel
- Diversos: placa de circuito impresso, cabo de força, suporte de fusível, caixa para montagem, radiador de calor, fios, solda, etc.

Características:

	TIP30	TIP30A	TIP30B	TIP30C	Unidade
Vbc	-40	-60	-80	-100	V
Vce	-40	-60	-80	-100	V
Ic	1	1	1	1	A
Pt(máx)	30	30	30	30	W
hfe	15-75	15-75	15-75	15-75	-
ft(min)	3	3	3	3	MHz

ELETROSCÓPIO COM FET

Cargas estáticas de objetos atritados ou mesmo do ambiente podem ser detectadas com o circuito observado na **figura 1**. O sensor pode ser uma esfera de metal de 1 a 5 cm de diâmetro ou então um anel de fio nu. O transistor de efeito de campo admite equivalentes como o MPF102. O instrumento indicador é um microamperímetro cujo fundo de escala pode variar entre 50 e 200 μA , sendo 100 μA o valor ideal. O *trimpot* P_1 ajusta o fundo de escala. Nunca se deve tocar com o objeto eletrizado no sensor, sob pena de haver a queima do transistor caso sua carga seja elevada. Como o consumo é muito baixo, pode ser utilizada como fonte de alimentação uma bateria comum ou 4 pilhas pequenas.

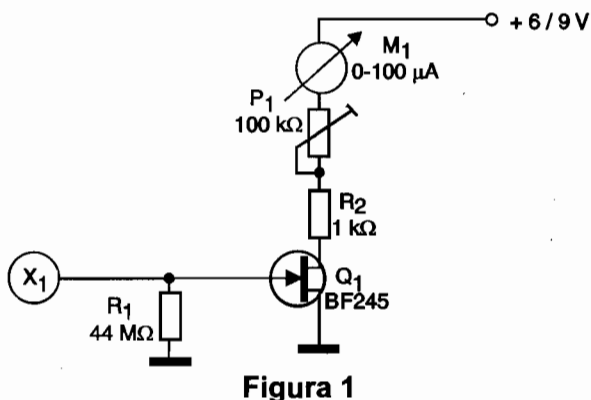


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse eletroscópio. Observe que o resistor R_1 é formado por dois resistores de 22 $\text{M}\Omega$ ligados em série.

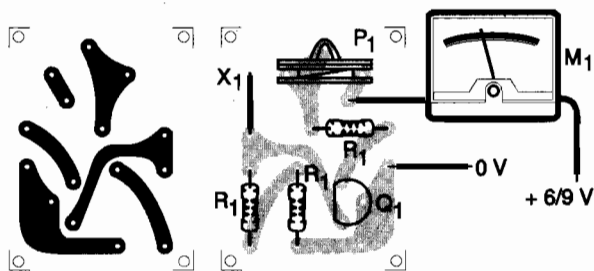


Figura 2

Lista de Material:

- Q_1 - BF245 - transistor de efeito de campo de junção JFET
- P_1 - 100 $\text{k}\Omega$ - trimpot
- R_1 - 44 $\text{M}\Omega$ - 2 resistores de 22 $\text{M}\Omega$ x 1/8 W ligados em série - vermelho, vermelho, azul
- R_2 - 1 $\text{k}\Omega$ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- X_1 - Sensor - ver texto
- M_1 - Microamperímetro de 100 μA de fundo de escala - ver texto
- Diversos: pilhas ou bateria, conector ou suporte, caixa para montagem, placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

CONTADOR UP/DOWN TTL

Na **figura 1** observamos um contador BCD de 3 décadas que pode servir de base para circuitos contadores de objetos, cronômetros e outras aplicações semelhantes. Mais etapas podem ser agregadas para contagem com mais dígitos.

A alimentação deve ser feita com 5 V nos pinos correspondentes do 74190 (ver pinagem nas informações dos outros volumes da série). Não fornecemos a placa pelo fato do circuito utilizar apenas CIs e ser projetado para fazer parte de etapas mais complexas.

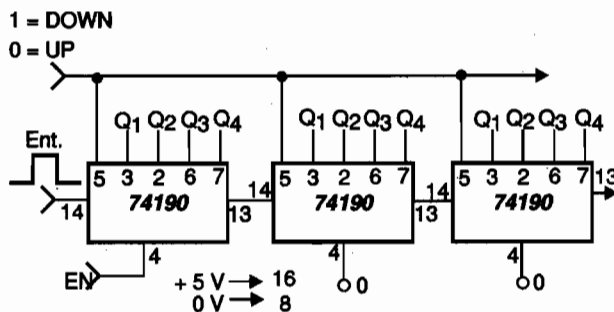


Figura 1

INDICADOR DE CARGA

O circuito mostrado na **figura 1** serve para indicar que uma bateria de 12 V se encontra carregada. Nessas condições, o LED se mantém aceso, apagando-se a carga da bateria cair para um valor que será ajustado no *trimpot* P_1 . O zener é de 400 mW e o circuito pode ser modificado para operar com baterias de tensões diferentes de 12 V, utilizando-se, por exemplo, um zener de 2,7 V para baterias de 6 V.

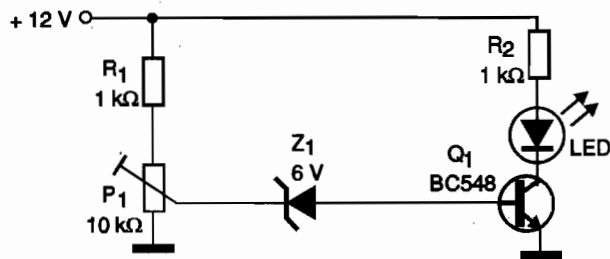


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para implementação desse circuito.

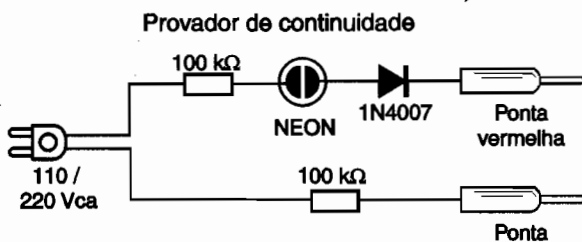


Figura 2

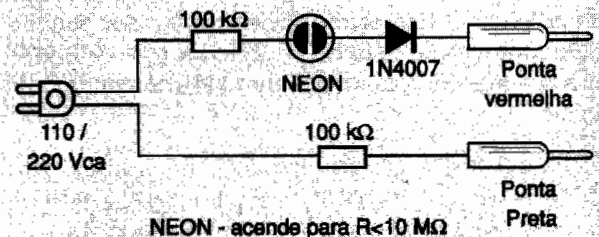
Lista de Material:

Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
 Z_1 - 6V1 - diodo zener de 400 mW
 LED - LED vermelho ou de outra cor comum
 P_1 - 10 k Ω - trimpot
 R_1, R_2 - 1 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, vermelho
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Provador de Continuidade

Na **figura 3** temos o diagrama de um provador de continuidade para cabos, capacitores de alta tensão e outros dispositivos que possam ser testados com tensões superiores a 150 V (rede de 110 V) ou 300 V (rede de 220 V). A corrente de prova é muito baixa, mas deve-se levar em conta que circuitos integrados, transistores e outros componentes delicados não devem ser testados com este provador. A lâmpada neon vai acender quando a resistência entre as pontas de prova for inferior a 1 M Ω , aproximadamente. Os dois resistores impedem que a corrente de prova seja elevada e que se tome choque a um toque acidental nas pontas de prova.

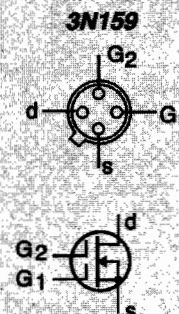


3N159

Transistor MOS de dupla porta isolada - até 300 MHz

Características:

$V_{ds}(\text{máx})$: 0 a 20 V
 $V_{g1s}(\text{máx})$: -8 a +1 V
 $V_{g2s}(\text{máx})$: -8 V a 40% de V_{ds}
 I_d : 50 mA
 P_t : 400 mW
 g_{fs} : 7000 μ S
 I_{g1ss}, I_{g2ss} : 1 nA



AMPLIFICADOR DE 500 mW

O amplificador transistorizado de baixa potência apresentado na **figura 1** é ideal como montagem didática quando o professor pode usar o circuito para ensinar o cálculo das polarizações, ou como exercício de montagem com componentes discretos. Trata-se de configuração tradicional de excelente rendimento (muitos rádios da segunda geração e pequenos amplificadores utilizam esse circuito) e que emprega componentes de baixo custo. As aplicações possíveis incluem som de computador (caixas de PC), reforçador para caixas de *walkman* e *CD players*, intercomunicadores ou etapas de saída de receptores experimentais. O circuito é alimentado com 6V de fonte ou pilhas. A sensibilidade é boa, possibilitando o uso de microfones de eletreto na entrada num sistema de intercomunicador.

Na **figura 2** apresentamos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse amplificador. Duas placas iguais devem ser usadas para uma versão estéreo. A potência é de 500 mW rms, o que corresponde à aproximadamente 2 W pmpo.

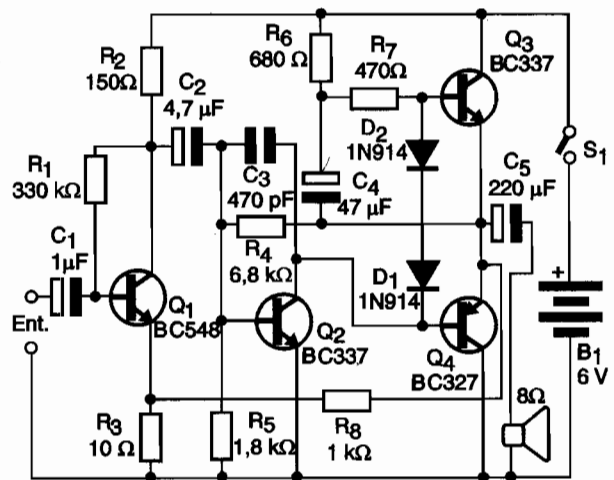


Figura 1

Lista de Material:

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- Q_2, Q_3 - BC337 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- Q_4 - BC327 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
- D_1, D_2 - 1N914 ou 1N4148 - diodos de uso geral
- R_1 - 330 k Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, amarelo
- R_2 - 150 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, verde, marrom
- R_3 - 10 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, preto
- R_4 - 6,8 k Ω x 1/8 W - resistor - azul, cinza, vermelho
- R_5 - 1,8 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, cinza, vermelho
- R_6 - 680 Ω x 1/8 W - resistor - azul, cinza, marrom
- R_7 - 470 Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, marrom
- R_8 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- C_1 - 1 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico
- C_2 - 4,7 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico
- C_3 - 470 pF - capacitor cerâmico
- C_4 - 47 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico
- C_5 - 220 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico
- FTE - alto-falante de 4 ou 8 Ω
- S_1 - Interruptor simples
- B_1 - 6 V - pilhas ou bateria
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, caixa para montagem, etc.

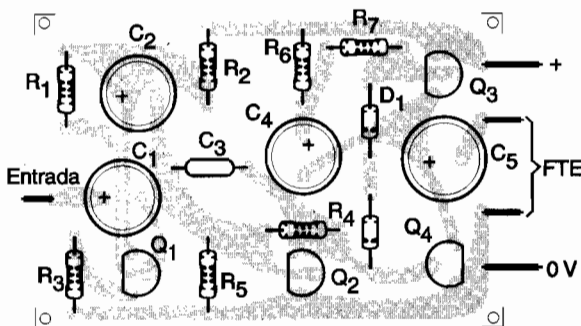
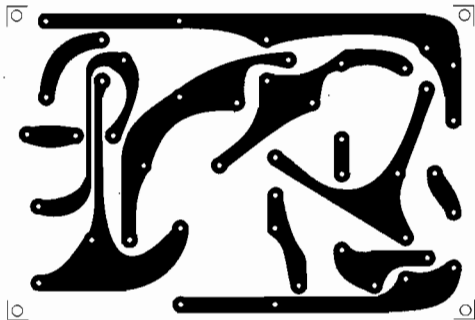


Figura 2

PORTA CMOS COM RETARDO

Uma transição do nível baixo para o nível alto na entrada do circuito da **figura 1**, faz com que a saída vá ao nível alto, mas com um retardo que depende dos valores de R e C. Para os valores indicados, o "atraso" na transição é da ordem de 100 ms. O circuito é de tecnologia CMOS e pode ser alimentado com tensões na faixa de 3 a 15 V. Os valores dos componentes podem ser alterados conforme a aplicação. O valor mínimo de C é da ordem de 100 pF.

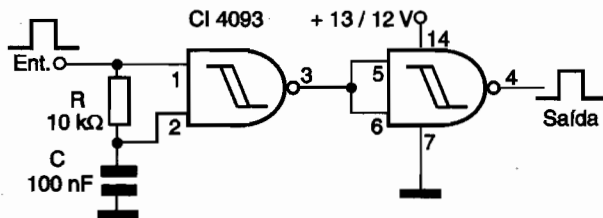


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso que aproveita duas das quatro portas disparadoras disponíveis no circuito integrado 4093.

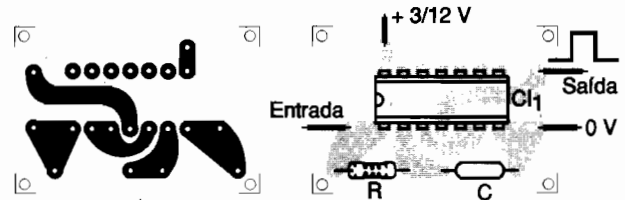


Figura 2

Lista de Material:

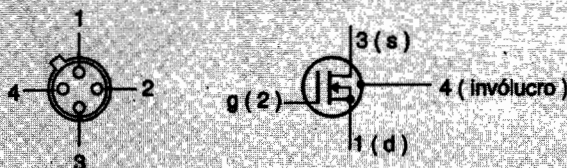
- CI₁ - 4093 - circuito integrado CMOS
- R - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- C - 100 nF - capacitor poliéster ou cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

3N128 MOSFET de canal N

Características:

- V_{dss}(br): - 50 V (mín)
- I_{gss}: 0,05 nA (máx)
- I_{dss}: 25 mA (máx)
- y_{fs} (módulo): 5000 a 12000 S
- V_{ds}: 20 V (máx)
- P_d: 330 mW (máx)



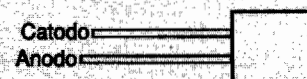
INFORMAÇÃO

TIL100

Fotodiodo de grande superfície - os fotodiodos de grande superfície são usados em detectores de radiação infravermelha de grande sensibilidade e até em detectores de partículas nucleares.

Características:

- V_r: 30 V
- Corrente no escuro: 5 nA (10 V)
- Corrente no claro: 10 μA (10 V)



CONVERSOR DE 12 V PARA 6 V

O circuito exibido na **figura 1** pode converter os 12 V da saída do acendedor de cigarros de um carro ou de outro ponto do circuito elétrico do veículo, em uma tensão de 6 V para alimentar aparelhos que exijam correntes de até 2 ampères. O transistor Q_1 deve ser dotado de um bom radiador de calor. O diodo zener tem uma tensão 1,2 V maior que a tensão desejada na saída para compensar a queda de tensão nas junções base/emissor dos transistores. Se o circuito for usado no carro, será conveniente acrescentar um fusível de 4 A na entrada, para proteção do próprio circuito e do sistema elétrico do automóvel.

Lista de Material:

- Q_1 - TIP41 - transistor NPN de potência
- Q_2 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- Z_1 - 7V2 x 400 mW - diodo zener
- R_1 - 100 Ω x 1/2W - resistor - marrom, preto, marrom
- R_2 - 4,7 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- C_1 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C_2 - 220 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para o transistor, fios, solda, etc.

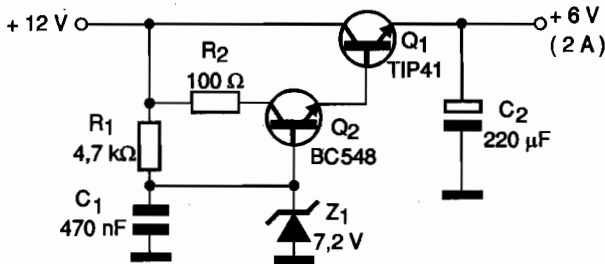


Figura 1

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do conversor.

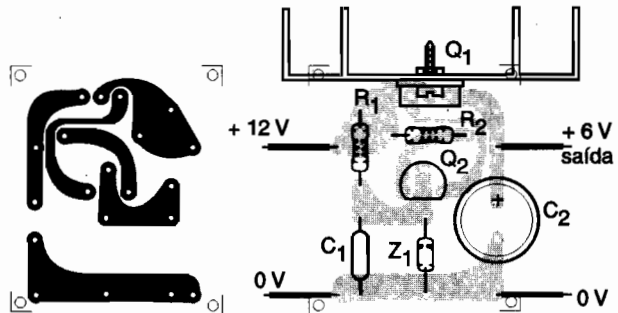


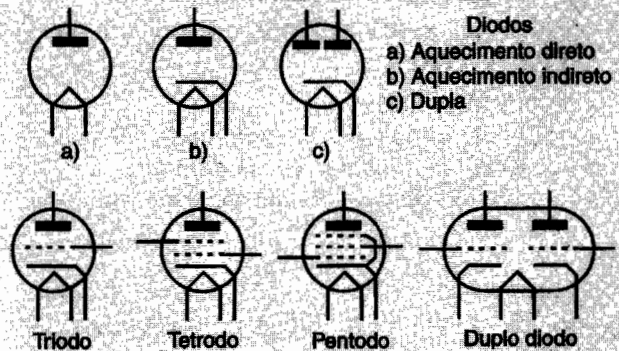
Figura 2

INFORMAÇÃO

Símbolos de Válvulas

Na **figura 3** observamos os símbolos adotados para representar as válvulas mais comuns ainda empregadas em muitos equipamentos e que podem servir de base para equipamentos de radiotransmissão.

Símbolos de válvulas



TOM ALTERNADO TTL

O circuito mostrado na **figura 1** gera um sinal intermitente que pode ser usado em sirenes ou sistemas de aviso que tenham por base circuitos TTL. A frequência do tom gerado é dada pelos capacitores C_3 e C_4 . Esses componentes podem ser alterados numa ampla faixa de valores. Valores menores produzem tons mais agudos. A intermitência é dada pelos valores de C_1 e C_2 que também podem ser modificados. Valores iguais produzem tempos iguais para os tons e intervalos. Podem ser usados capacitores de valores diferentes. A alimentação é de 5 V e o circuito pode excitar diretamente um pequeno transdutor piezoelétrico. Para maior potência deve ser usada uma etapa amplificadores, caso, por exemplo,

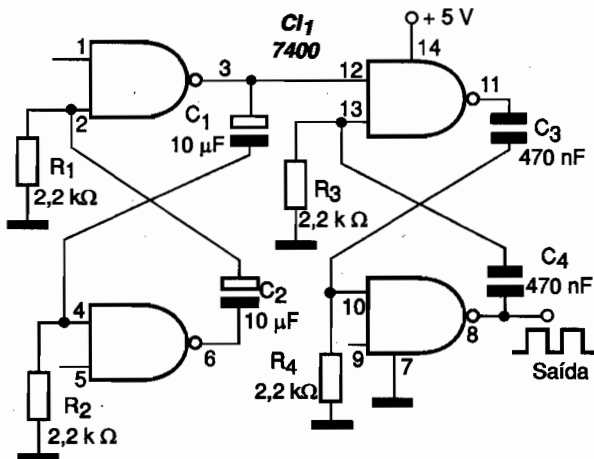


Figura 1

o circuito deve excitar um alto-falante (veja a solução & informação).

Na **figura 2** damos a placa de circuito impresso para a montagem que aproveita as 4 portas NAND de um circuito integrado 7400. Observe que os pinos 1 e 9 do circuito integrado permanecem sem ligações.

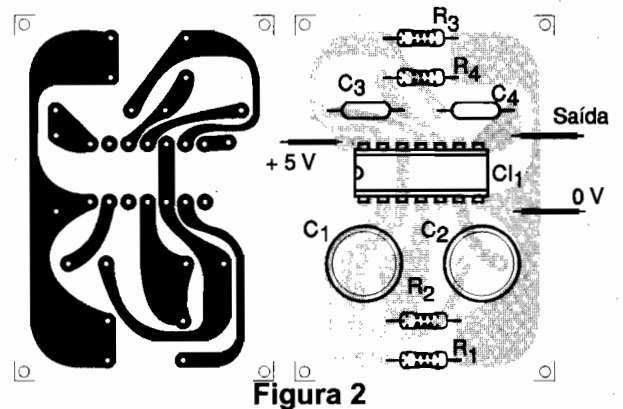


Figura 2

Lista de Material:

- CI_1 - 7400 - circuito integrado TTL
- R_1, R_2, R_3, R_4 - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistores - vermelho, vermelho, vermelho
- C_1, C_2 - 10 μ F x 6 V - capacitores eletrolíticos
- C_3, C_4 - 470 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

LM111/LM211/LM311

Comparadores de tensão com transistor de saída com coletor aberto - os três tipos operam em faixas diferentes de temperatura. As demais características são semelhantes.

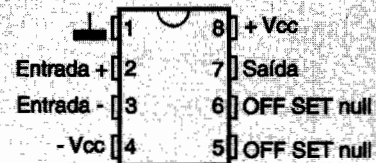
Características:

Vcc: 30 - 0 -30 V

Is: 50 mA

Pd: 500 mW

Ganho: 200 V/mV



DETECTOR DE PASSAGEM POR ZERO

Quando o sinal de entrada aplicado ao circuito da **figura 1** passa por zero (transição) a saída tem seu nível alterado rapidamente. O sinal gerado pode ser usado em controles de potência ou alarmes. Lembramos que a saída do LM111 é em coletor aberto, e dependendo da aplicação, deve ser empregado um resistor *pull-up* de 2,2 kΩ. Esse resistor será ligado entre o pino 7 e a alimentação positiva.

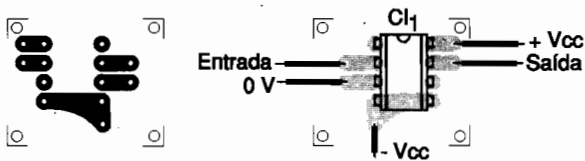


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse detector.

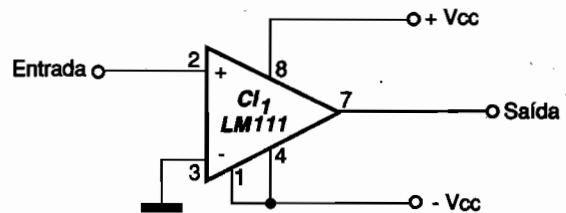


Figura 2

Lista de Material:

CI₁ - LM111 - comparador de tensão, circuito integrado

Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Associação de Transformadores - I

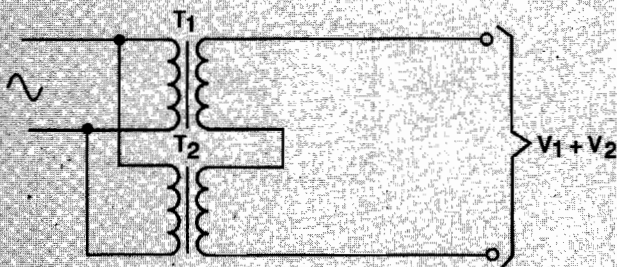
Os enrolamentos secundários dos transformadores podem ser ligados em série para se obter uma combinação das tensões, conforme mostra a **figura abaixo**.

Valem as seguintes regras:

a) Se os enrolamentos estiverem em fase, as tensões se somam. Se estiverem em oposição de fase, a tensão obtida será a diferença.

b) Se as tensões dos secundários forem iguais e eles forem ligados em oposição de fase, a tensão de saída será nula.

c) A máxima corrente que pode ser obtida é a corrente do enrolamento de menor capacidade. Por exemplo, um enrolamento de 500 mA e um de 800 mA quando associados, só podem fornecer 500 mA.



INFORMAÇÃO

4002

Duas portas NOR de 4 entradas CMOS

As duas portas podem ser usadas de forma independente.

Características:

V_{dd}: 3 a 15 V

Corrente máxima drenada/fornecida na saída:
0,88 mA (5 V)

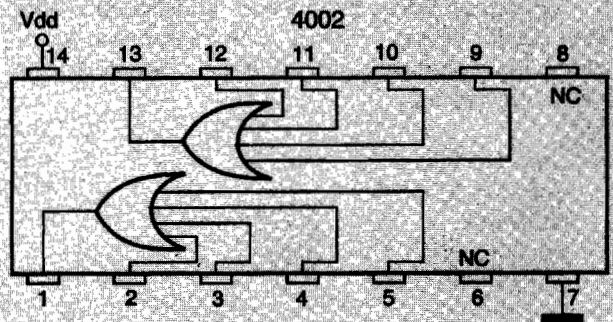
2,25 mA (10 V)

Tempo de propagação: 125 ns (5 V)

60 ns (10 V)

Corrente quiescente: 1 μA (5 V)

2 μA (10 V)



TOM ALTERNADO TTL

O circuito mostrado na **figura 1** gera um sinal intermitente que pode ser usado em sirenes ou sistemas de aviso que tenham por base circuitos TTL. A frequência do tom gerado é dada pelos capacitores C_3 e C_4 . Esses componentes podem ser alterados numa ampla faixa de valores. Valores menores produzem tons mais agudos. A intermitência é dada pelos valores de C_1 e C_2 que também podem ser modificados. Valores iguais produzem tempos iguais para os tons e intervalos. Podem ser usados capacitores de valores diferentes. A alimentação é de 5 V e o circuito pode excitar diretamente um pequeno transdutor piezoelétrico. Para maior potência deve ser usada uma etapa amplificadores, caso, por exemplo,

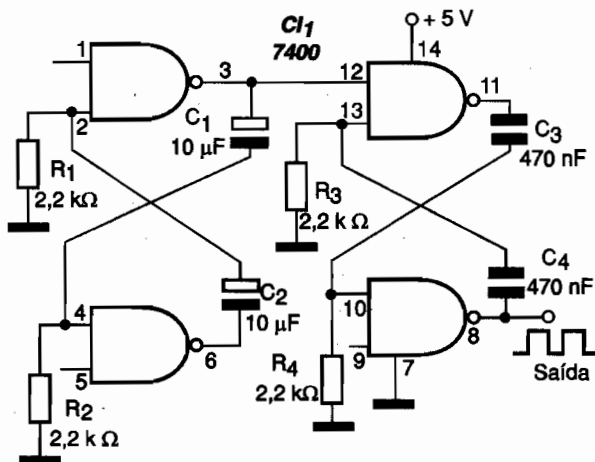


Figura 1

o circuito deve excitar um alto-falante (veja a solução & informação).

Na **figura 2** damos a placa de circuito impresso para a montagem que aproveita as 4 portas NAND de um circuito integrado 7400. Observe que os pinos 1 e 9 do circuito integrado permanecem sem ligações.

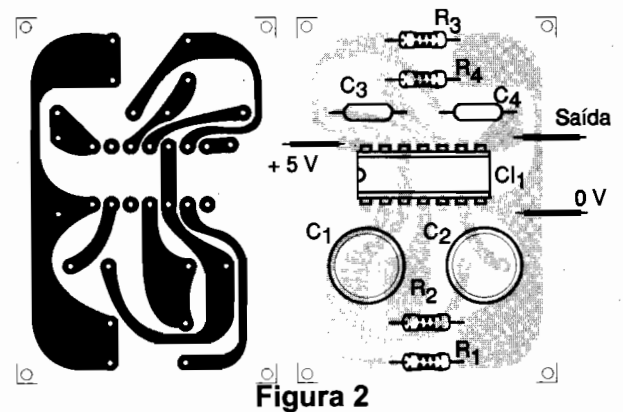


Figura 2

Lista de Material:

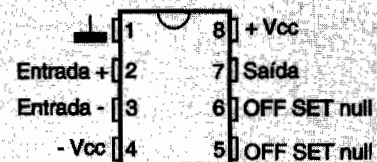
CI_1 - 7400 - circuito integrado TTL
 R_1, R_2, R_3, R_4 - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistores - vermelho, vermelho, vermelho
 C_1, C_2 - 10 μ F x 6 V - capacitores eletrolíticos
 C_3, C_4 - 470 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

LM111/LM211/LM311

Comparadores de tensão com transistor de saída com coletor aberto - os três tipos operam em faixas diferentes de temperatura. As demais características são semelhantes.

Características:
 V_{cc} : 30 - 0 - 30 V
 I_s : 50 mA
 P_d : 500 mW
 Ganho: 200 V/mV



DETECTOR DE PASSAGEM POR ZERO

Quando o sinal de entrada aplicado ao circuito da **figura 1** passa por zero (transição) a saída tem seu nível alterado rapidamente. O sinal gerado pode ser usado em controles de potência ou alarmes. Lembramos que a saída do LM111 é em coletor aberto, e dependendo da aplicação, deve ser empregado um resistor *pull-up* de 2,2 kΩ. Esse resistor será ligado entre o pino 7 e a alimentação positiva.

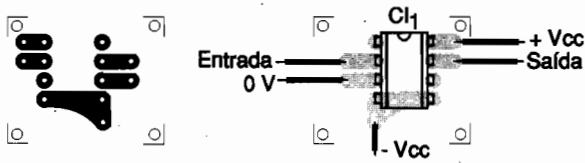


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse detector.

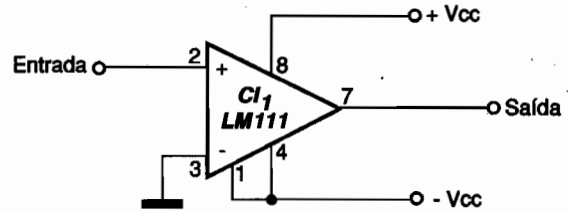


Figura 2

Lista de Material:

CI₁ - LM111 - comparador de tensão, circuito integrado

Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Associação de Transformadores - I

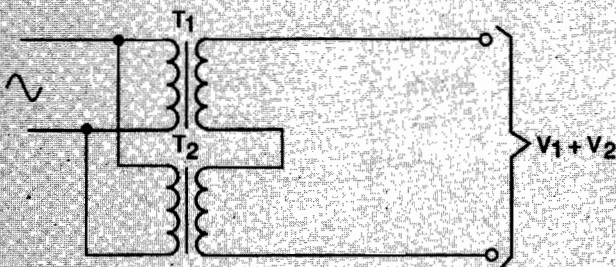
Os enrolamentos secundários dos transformadores podem ser ligados em série para se obter uma combinação das tensões, conforme mostra a **figura abaixo**.

Valem as seguintes regras:

a) Se os enrolamentos estiverem em fase, as tensões se somam. Se estiverem em oposição de fase, a tensão obtida será a diferença.

b) Se as tensões dos secundários forem iguais e eles forem ligados em oposição de fase, a tensão de saída será nula.

c) A máxima corrente que pode ser obtida é a corrente do enrolamento de menor capacidade. Por exemplo, um enrolamento de 500 mA e um de 800 mA quando associados, só podem fornecer 500 mA.



INFORMAÇÃO

4002

Duas portas NOR de 4 entradas CMOS

As duas portas podem ser usadas de forma independente.

Características:

V_{dd}: 3 a 15 V

Corrente máxima drenada/fornecida na saída:

0,88 mA (5 V)

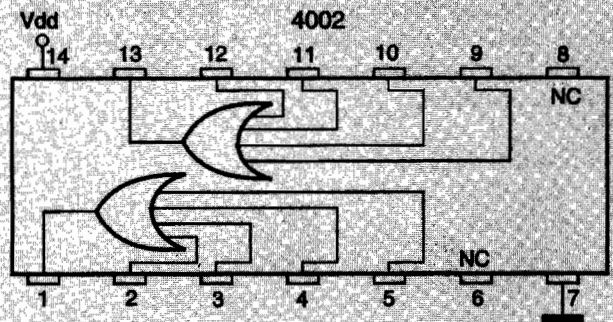
2,25 mA (10 V)

Tempo de propagação: 125 ns (5 V)

60 ns (10 V)

Corrente quiescente: 1 μA (5 V)

2 μA (10 V)



MONOESTÁVEL TRANSISTORIZADO

Na **figura 1** apresentamos a configuração tradicional de um multivibrador monoestável usando transistores bipolares NPN.

Quando o interruptor S_1 é pressionado, a saída do circuito vai ao nível baixo por um intervalo de tempo da ordem de 500 ms.

O tempo é dado por C_1 e pode ser alterado com a simples troca desse componente. O circuito é alimentado com 5 V (ou 6 V) e sua saída é compatível com lógica TTL.

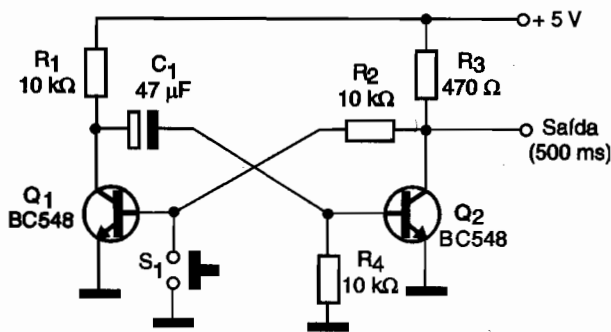
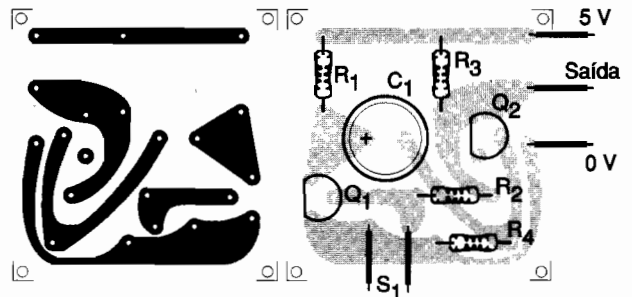


Figura 1

Na **figura 2** fornecemos a placa de circuito impresso para a montagem desse monoestável.



Lista de Material:

- Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalentes - transistores NPN de uso geral
- R_1, R_2, R_4 - 10 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
- R_3 - 470 Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, marrom
- C_1 - 47 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico
- S_1 - Interruptor de pressão NA
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

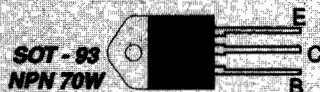
INFORMAÇÃO

BDV65/A/B

Transistor NPN de potência para saídas até 70 W

Características:

	BDV65	BDV65A	BDV65B
Vceo	60 V	80 V	100 V
Ic	10 A	10 A	10 A
Ptot (25 °C)	125 W	125 W	125 W
hFE (Ic = 5 A)	1 000	1 000	1 000



INFORMAÇÃO

BDV64/A/B

Transistor PNP de potência para saídas até 70 W complementar do BDV65/A/B.

Características:

	BDV64	BDV64A	BDV64B
Vceo	60 V	80 V	100 V
Ic	10 A	10 A	10 A
Ptot (25 °C)	125 W	125 W	125 W
hFE (Ic = 5 A)	1 000	1 000	1000



BIESTÁVEL COM TRANSISTORES

Um toque no interruptor de pressão S_1 faz com que o multivibrador biestável, exibido na **figura 1**, mude de estado. Assim, se Q_1 estiver conduzindo e Q_2 no corte, a situação se inverte com o LED1 apagando e o LED2 acendendo. O circuito é ideal para demonstrar como funciona o multivibrador biestável ou *flip-flop*. A alimentação pode ser feita com tensões de 6 a 12 V. Para 12 V os resistores R_1 e R_4 devem ser aumentado para 1 k para limitar a corrente nos LEDs.

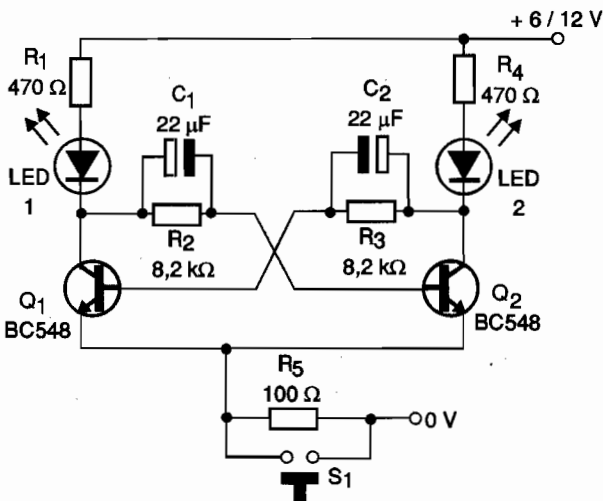


Figura 1

Lista de Material:

- Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
- LED_1, LED_2 - LEDs comuns vermelhos ou de outra cor
- R_1, R_4 - 470 Ω x 1/8 W - resistores - amarelo, violeta, marrom
- R_2, R_3 - 8,2 k Ω x 1/8 W - resistores - vermelho, cinza, vermelho
- R_5 - 100 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, marrom
- C_1, C_2 - 22 μ F x 12 V - capacitores eletrolíticos
- S_1 - Interruptor de pressão NA
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

Na **figura 2** fornecemos uma placa de circuito impresso para essa montagem. A polaridade dos capacitores eletrolíticos deve ser observada.

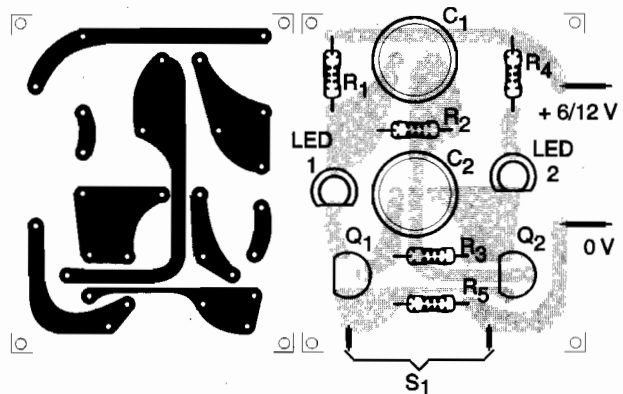


Figura 2

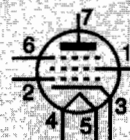
INFORMAÇÃO

PL83

Válvula-pentodo usada em saída de vídeo de televisores das primeiras gerações.

Características:

- Corrente de anodo máxima: 36 mA
- Transcondutância: 10,5 mA/V (mS)
- Fator de amplificação: 24
- Filamento: 15 V/300 mA
- Tensão máxima de anodo: 550 V
- Resistor de grande de controle: 1 M Ω



FLIP-FLOP S-R COM TRANSISTORES

Um toque no interruptor S_2 coloca o transistor Q_1 em condução e Q_2 no corte fazendo com que o LED1 acenda e o LED2 apague. Para *ressetar* o circuito da **figura 1**, aperta-se S_1 que leva Q_1 ao corte e Q_2 à saturação, fazendo com que o LED2 acenda e o LED1 apague. Esse circuito serve para demonstrar o princípio de funcionamento dos *flip-flops Set-Reset* ou *Reset-Set*. A alimentação pode ser feita com tensões de 6 a 12 V. Para tensões de 12 V recomenda-se aumentar R_1 e R_4 para 1 k Ω de modo a limitar a corrente nos LEDs.

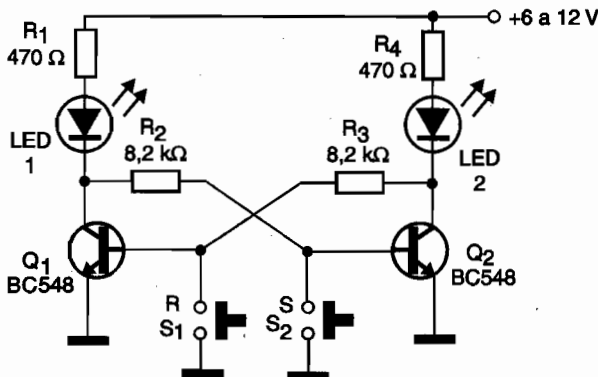


Figura 1

Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para esse circuito.

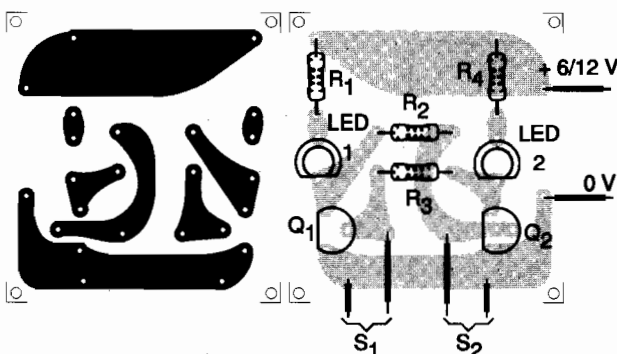


Figura 2

Lista de Material

Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
 LED1, LED2 - LEDs vermelhos comuns, ou de outra cor
 R_1, R_4 - 470 Ω x 1/8 W - resistores - amarelo, violeta, marrom
 R_2, R_3 - 8,2 k Ω x 1/8 W - resistores - cinza, vermelho, vermelho
 S_1, S_2 - Interruptores de pressão NA
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Características de Entrada de Pré-Amplificadores

Entrada	Sensibilidade/Resistência
Pick-up Dinâmico	5 mV/47 k Ω
Pick-up Cristal	180 mV/1 M Ω
Rádio/Sintonizador	10 mV/500 k Ω
Gravador/TapeDeck	25 mV/500 k Ω
Microfone	4 mV/47 k Ω

História da Eletrônica

1834 - Eletrólise

Foi Michael Faraday que, em 1834, notou a transformação de substâncias em consequência da passagem de uma corrente elétrica. Nesse mesmo ano, ele anunciava a lei que relacionava a quantidade de substância transformada (depositada) com a quantidade de eletricidade circulante pelo meio.

ESTABILIZADOR PARALELO

Em um estabilizador paralelo, como o mostrado na **figura 1**, o transistor funciona como um resistor variável que tem sua corrente variada de modo a manter constante a tensão de saída. A grande desvantagem desse tipo de circuito é que a corrente no circuito é praticamente constante, pois quando a carga não está consumindo energia, o transistor está convertendo-a em calor. Por esse motivo, o transistor empregado deve ser capaz de manusear correntes intensas e ser dotado de um bom radiador de calor. O circuito indicado tem entradas de 9 a 12 V e uma corrente máxima de saída de 1 A sob tensão de 6 V.

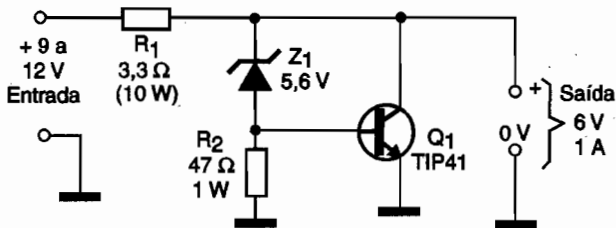


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse regulador.

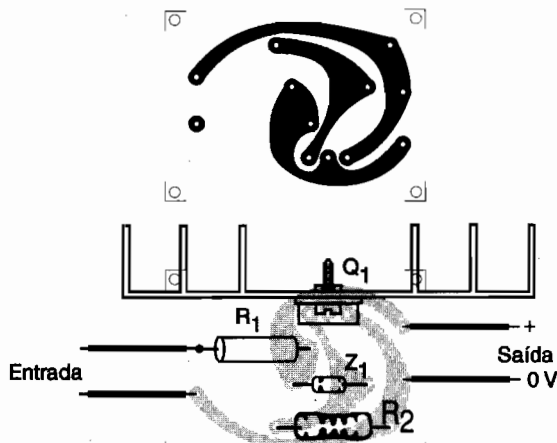


Figura 2

Lista de Material:

Q_1 - TIP41 - transistor NPN de potência
 Z_1 - 5,6 V x 400 mW - diodo zener
 R_1 - 3,3 Ω x 10 W - resistor de fio
 R_2 - 47 Ω x 1 W - resistor - amarelo, violeta, preto
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

40583 DIAC para 27/37 V

Características:

Tensão de disparo: 27/37 V (min/máx)
 Corrente de pico de saída: 200 mA
 Dissipação máxima: 500 mW
 Corrente de fuga (desligado): 10 μ A (máx)



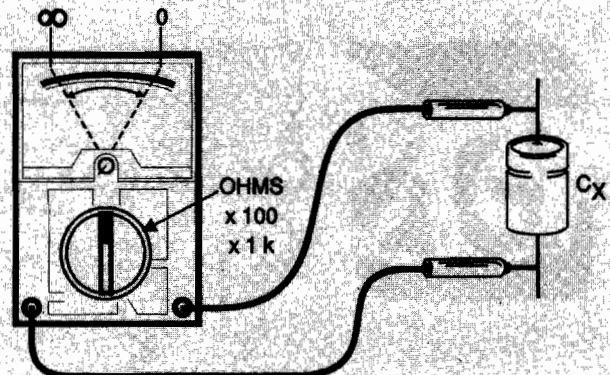
INFORMAÇÃO

Teste de Capacitores Eletrolíticos

Capacitores eletrolíticos podem ser testados com multímetros analógicos comuns, conforme ilustra a **figura abaixo**.

Encostando, por um momento, as pontas de prova do multímetro nos terminais do capacitor em prova C_x , a corrente de carga desse capacitor faz com que a agulha do multímetro se mova em direção ao zero da escala, para depois voltar e parar próxima do extremo superior da faixa (infinito). Se a agulha não se mover, é porque o capacitor se encontra aberto. Se a agulha se mover em direção às baixas resistências e parar em valores menores do que 100 000 Ω , é sinal que o capacitor tem fugas ou está em curto. O movimento é tanto mais amplo quanto maior for o valor do capacitor. Capacitores de 1 a 4700 μ F podem ser testados com o procedimento indicado.

Teste de Eletrolíticos



INTERFACE DE LEDS

O circuito observado na **figura 1** possibilita o interfacemanto de 6 LEDs a partir dos sinais da porta paralela do PC ou de outros circuitos digitais, incluindo os que usam microprocessadores. Na configuração indicada, os LEDs acendem quando a entrada do circuito vai ao nível alto, uma vez que

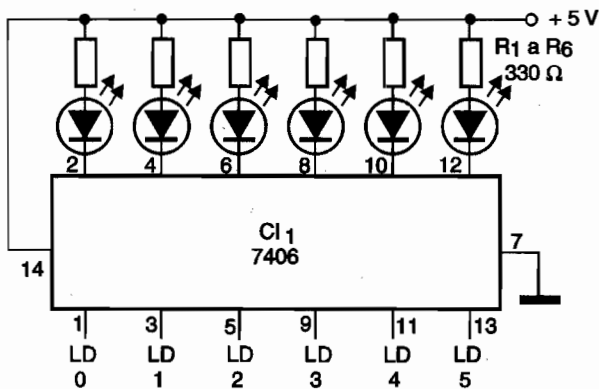


Figura 1

o CI contém 6 inversores. A alimentação deve ser feita com uma tensão de 5 V e o terra da interface deve ser comum ao terra do PC ou outro circuito de interfacemanto.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem desse circuito.

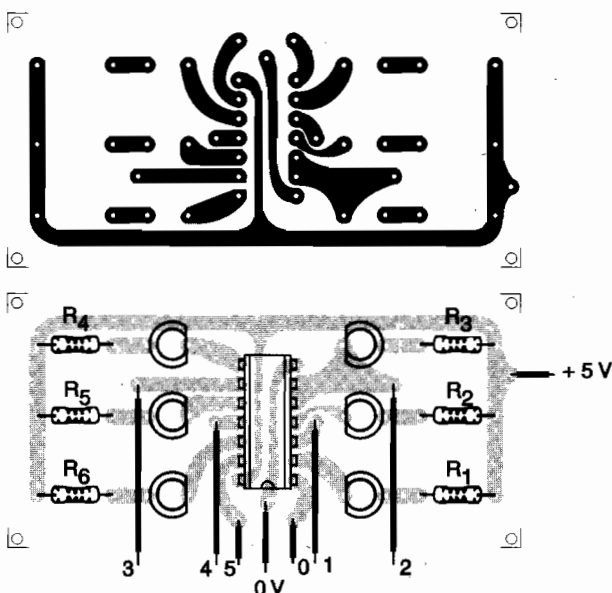
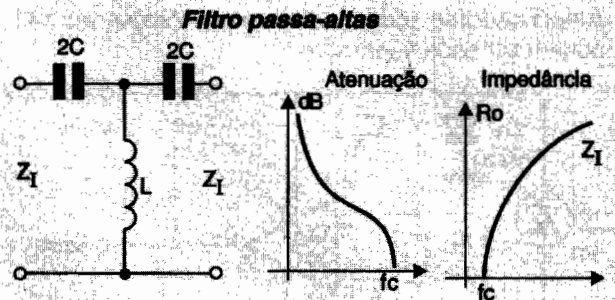


Figura 2

INFORMAÇÃO

Filtro Passa-Altas

Na **figura 3** temos a configuração de um filtro LC em T para a passagem de altas frequências, juntamente com as suas curvas de atenuação e impedância. As fórmulas são fornecidas abaixo, observando-se que as impedâncias são dadas em Ω , as frequências em hertz, as indutâncias em henry e as capacitâncias em farad.



R_o = impedância de linha

$$L = \frac{R_o}{4\pi fc}$$

$$C = \frac{1}{4\pi fc R_o}$$

INFORMAÇÃO

SKE-1

Diodo retificador para 1,2 A. O sufixo indica a tensão inversa máxima.

Características:

V_{rrm} 50 a 1000 V

I_{fav} 1,2 A

V_f 1,5 V



Lista de Material:

CI₁ - 7406 - circuito integrado TTL

R₁ a R₆ - 330 Ω x 1/8 W - resistores - laranja, laranja, marrom

LED₁ a LED₆ - LEDs comuns vermelhos ou de outra cor

Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

AMPLIFICADOR PARA FOTODIODO

O ganho do amplificador para fotodiodos é dado pelo resistor R_1 .

Esse componente pode ter seu valor aumentado para até $4,7 \text{ M}\Omega$, quando o ganho se torna máximo. O *trimpot* P_1 é um ajuste de nulo que pode ser utilizado para manter a tensão de saída em 0 V na ausência de sinal.

O resistor R_3 deve ter seu valor alterado em função da sensibilidade desejada e de acordo com as características do fotodiodo usado. A fonte de alimentação deve ser simétrica e qualquer fotodiodo ou mesmo foto-transistor pode ser empregado. Amplificadores operacionais equivalentes ao 741 podem ser experimentados.

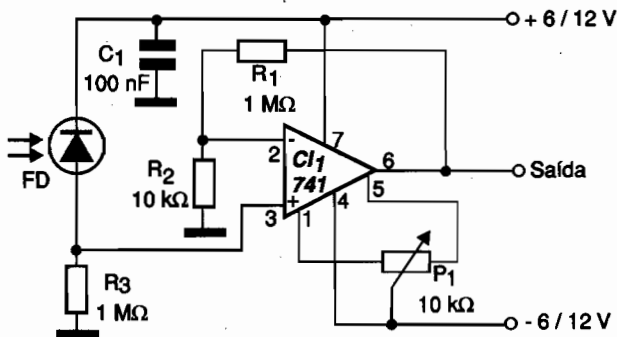


Figura 1

Lista de Material:

- CI_1 - 741 - amplificador operacional.
- FD - Fotodiodo
- R_1, R_3 - $1 \text{ M}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistor - marrom, preto, verde
- R_2 - $10 \text{ k}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistor - marrom, preto, laranja
- P_1 - $10 \text{ k}\Omega$ - trimpot
- C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

Na figura 2 temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse amplificador.

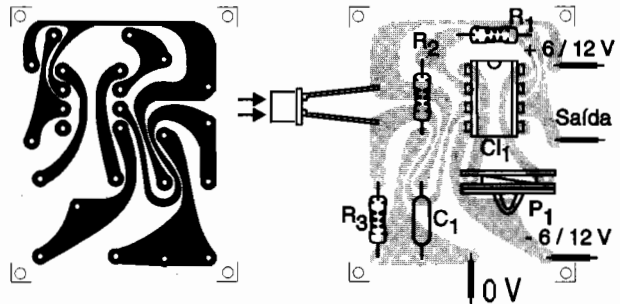


Figura 2

INFORMAÇÃO

7414

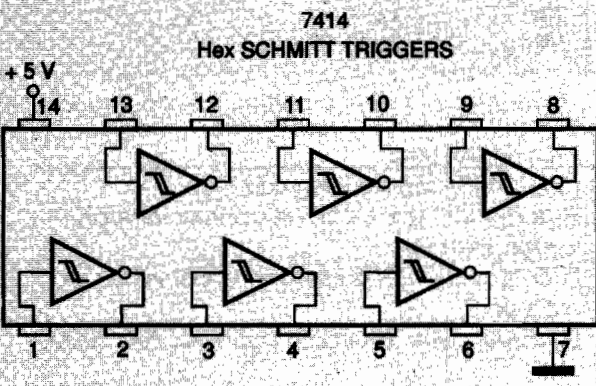
Seis disparadores de Schmitt independentes - TTL

Características:

Impedância de entrada: $6 \text{ k}\Omega$

Tempo de propagação: 17 ns

Corrente por circuito integrado: 30 mA



INFORMAÇÃO

4009 - Seis Buffers Inversores CMOS

Características:

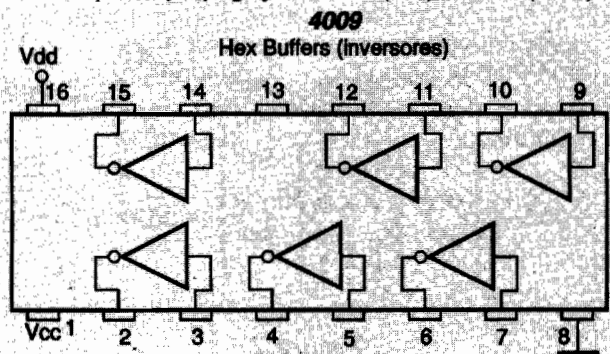
Vdd: 3 a 15 V

Corrente máxima de saída:

2,25 alto/4 mA baixo (5 V)

4,5 alto/10 mA baixo (10 V)

Tempo de propagação: 15 ns (5 V) - 10 ns (10 V)



VFO COM VARICAP

VFO é a abreviação de *Variable Frequency Oscillator* ou Oscilador de Frequência Variável. Trata-se de um circuito que gera sinais numa faixa de frequências que é determinada por L_1 e pela capacitância apresentada pelo *varicap*. Este, por sua vez, tem sua capacitância variada pela tensão aplicada pelo potenciômetro P_1 . Isso significa que, no circuito da **figura 1**, podemos alterar a frequência através de um potenciômetro que funciona, nesse caso, em substituição a um capacitor variável com vantagem. O principal benefício é que, usando corrente contínua, o fio até esse componente pode ser longo. Para gerar uma frequência na faixa de 80 a 100 MHz, a bobina é composta por 4 espiras de fio 28 em forma de 1 cm de diâmetro sem núcleo. Nesse caso, C_2 deve ser reduzido para 10 pF. Para gerar sinais de 1 a 2 MHz a bobina é constituída por 100 espiras de fio esmaltado 28 ou 30 em forma com núcleo de ferrite de 0,8 cm de diâmetro e C_3 deve ser aumentado para 100 pF. Aqui, usamos as propriedades de um diodo comum 1N4002 para

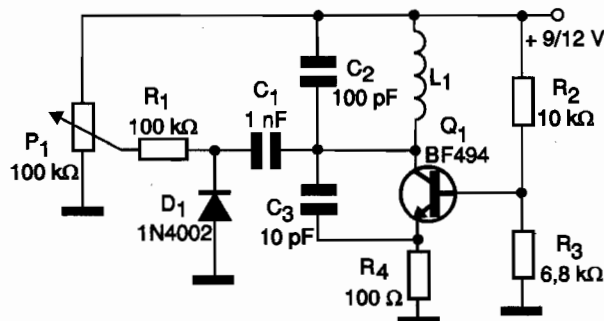


Figura 1

Lista de Material:

- Q_1 - BF494 ou equivalente - transistor de RF
- D_1 - 1N4002 - diodo - ver texto
- R_1 - 100 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
- R_2 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_3 - 6,8 k Ω x 1/8 W - resistor - azul, cinza, vermelho
- R_4 - 100 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, marrom
- C_1 - 1 nF - capacitor cerâmico
- C_2 - 10 a 100 pF - capacitor cerâmico
- C_3 - 10 pF - capacitor cerâmico
- P_1 - 100 k W - potenciômetro
- L_1 - ver texto - depende da frequência
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

funcionar como *varicap*, mas tipos próprios como o BB809 podem varrer uma faixa mais ampla de frequências.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse circuito, lembrando que todos os capacitores devem ser cerâmicos.

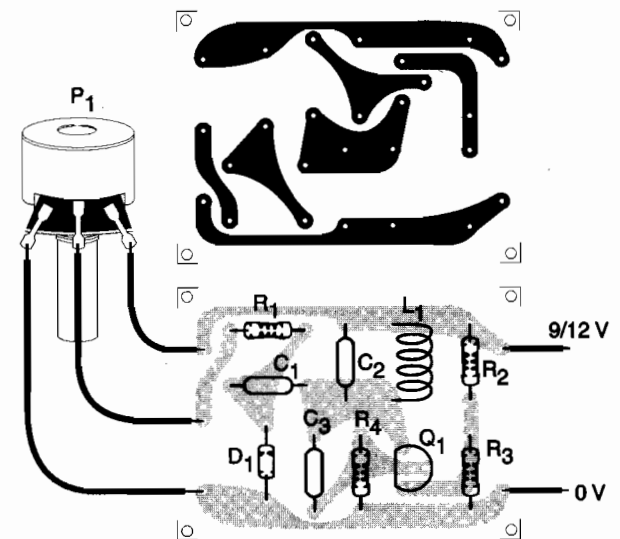


Figura 2

INFORMAÇÃO

MPSA42 (NPN) - MPSA92 (PNP)

Transistores de uso geral para alta tensão e baixa potência

Características:

- V_{ceo}: 300 V (máx)
- I_c: 500 mA (máx)
- h_{FE} (100mA/10V): 40
- V_{ce(sat)}: 0,5 V



OSCILADOR DE RELAXAÇÃO COM TRANSISTORES NPN E PNP

Dois transistores complementares ligados do modo indicado na **figura 1**, apresentam uma característica de resistência negativa que pode ser aproveitada em um circuito oscilador de relaxação de baixa frequência. O circuito em questão, pode gerar sinais de fração de hertz a algumas dezenas de quilohertz com o capacitor C_1 na faixa de valores indicada. A alimentação deve ser feita com tensões na faixa de 9 a 12 V e praticamente qualquer par de transistores equivalentes aos sugeridos pode ser experimentado com eventual alteração de valor dos resistores R_3 e R_4 . Essa configuração pode substituir, com algumas vantagens, um transistor unijunção convencional como o 2N2646.

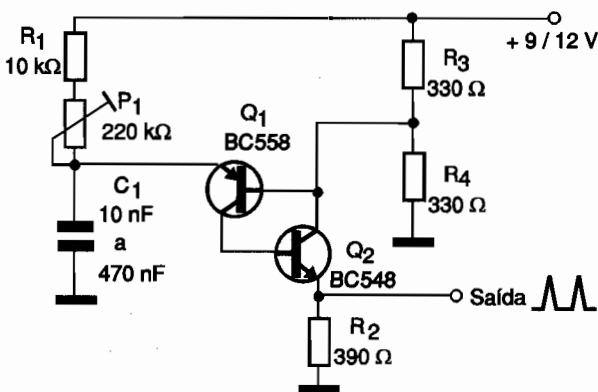


Figura 1

Na **figura 2** observamos uma placa de circuito impresso para a montagem desse oscilador.

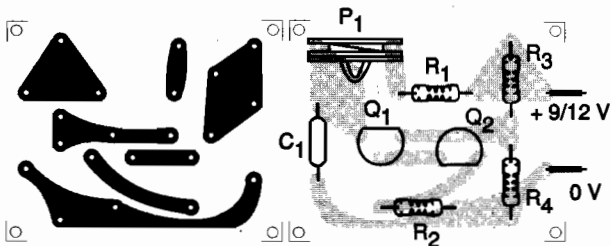


Figura 2

Lista de Material:

- Q_1 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
- Q_2 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- P_1 - 220 k Ω - trimpot ou potenciômetro
- R_1 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_2 - 390 Ω x 1/8 W - resistor - laranja, branco, marrom
- R_3, R_4 - 330 Ω x 1/8 W - resistores - laranja, laranja, marrom
- C_1 - 10 nF a 470 nF - capacitor
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

4020

Contador binário de 14 estágios tipo ripple CMOS

Aplicando-se um sinal na entrada desse CI, podemos obter sinais de frequências divididas por potências de 2 (exceto pelos expoentes de 1 a 3), nas saídas.

Características:

Corrente máxima drenada/fornecida por saída:

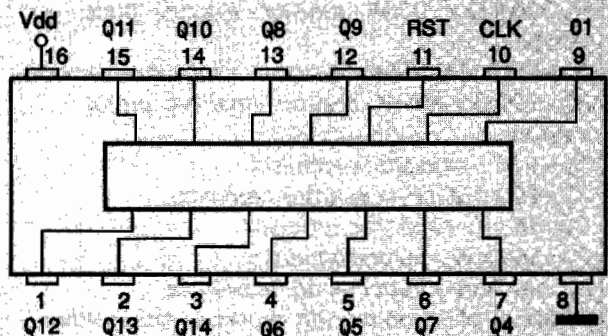
0,88 mA (5 V)

2,25 mA (10 V)

Frequência máxima de entrada: 4 MHz (5 V)

10 MHz (10 V)

Faixa de tensões de alimentação: 3 a 15 V



RECEPTOR INFRAVERMELHO

O circuito que apresentados na **figura 1** serve como interface amplificada para sinais captados por um sensor infravermelho ou de radiação modulada como por exemplo um fototransistor. O ganho é basicamente determinado por R_2 que também influi na fidelidade do sinal. R_1 pode ser alterado em função da sensibilidade desejada e do tipo de sensor. A alimentação pode ser feita com tensões de 5 a 12 V e o transistor utilizado admite equivalentes. O capacitor C_1 deve ser escolhido de acordo com a frequência do sinal a ser recebido. O valor sugerido é para frequências acima de 1 kHz.

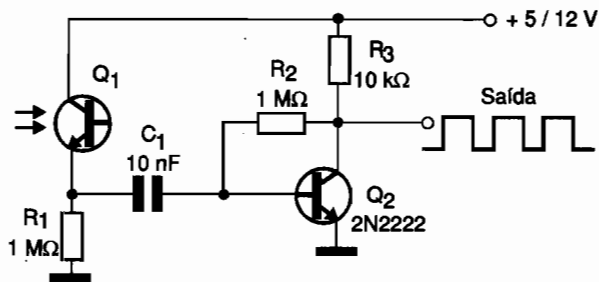


Figura 1

INFORMAÇÃO

7406

Seis Drivers de Coletor Aberto para 30 V - TTL

Os transistores de coletor aberto desse CI que é alimentado com 5 V pode ter uma alimentação independente de até 30 V drenando (no estado baixo) uma corrente de até 30 mA. Observe que a alimentação do CI pode ser independente das cargas ligadas às saídas.

Características:

Tensão de alimentação: 5 V

Tensão máxima da carga: 30 V

Corrente máxima de saída: 30 mA

Tempo de propagação para saída alta: 10 ns

Tempo de propagação para saída baixa: 15 ns

Corrente por circuito integrado: 30 mA

Na **figura 2** exibimos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem dessa simples interface para sinais infravermelhos. Recursos ópticos podem ser usados para aumentar a sensibilidade e diretividade do sensor, como por exemplo uma lente convergente num tubo opaco.

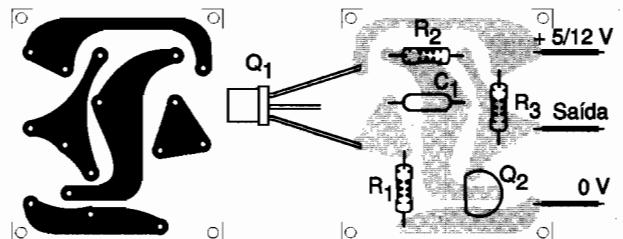


Figura 2

Lista de Material:

Q_1 - TIL78 ou qualquer outro fototransistor

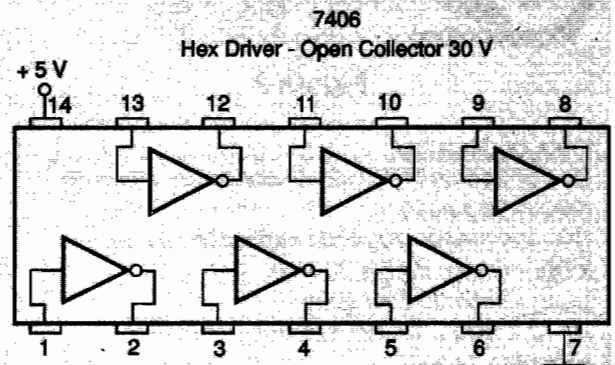
Q_2 - 2N2222 - transistor de comutação

R_1, R_2 - 1 MΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde

R_3 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja

C_1 - 10 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.



OSCILADOR COM CRISTAL

O oscilador com a frequência controlada por cristal de quartzo, mostrado na **figura 1**, pode gerar sinais de até uns 50 MHz, com os componentes indicados. Para uma frequência de 30 MHz, por exemplo, L_1 terá 10 espiras de fio 28 em forma de 1 cm sem núcleo e L_2 terá 5 espiras enlaçadas, conforme mostra a placa de circuito impresso. O sinal também pode ser retirado do dreno do transistor de efeito de campo ou mesmo da fonte (s). A alimentação deve ser feita com tensão de 15 V.

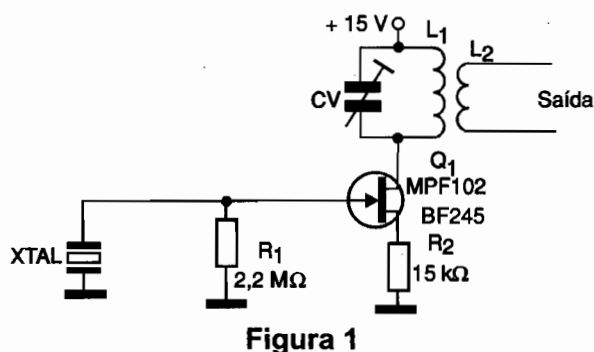


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para montagem desse oscilador, observando-se que a disposição dos terminais do MPF102 é diferente do BF245. O desenho da placa é feito para o BF245.

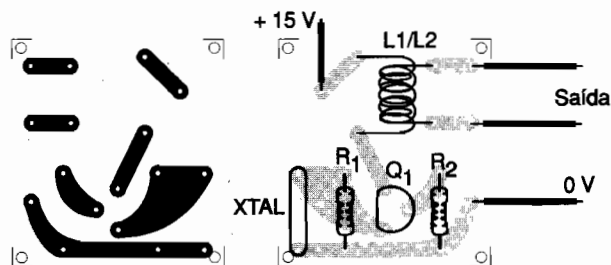


Figura 2

Lista de Material:

Q_1 - BF245 ou MPF102 - transistor de efeito de campo de junção
 CV - trimmer de 40 pF de capacitância máxima
 XTAL - Cristal de 5 a 30 MHz
 L_1, L_2 - bobinas - ver texto
 R_1 - 2,2 MΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, verde
 R_2 - 15 kΩ x 1/8 W - resistor - marro, verde, laranja
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

OSCILADOR DE 1,5 HZ

O oscilador ilustrado na **figura 1** produz um sinal retangular de muito baixa frequência (1,5 Hz). Essa frequência depende do capacitor C_1 e também dos valores de R_1 e de R_2 . O ciclo ativo está próximo de 50%. Para mais informações sobre os cálculos dos valores dos componentes que determinam a frequência sugerimos procurar nos outros volumes da série informações sobre o 555 astável.

A alimentação do oscilador pode ser feita com tensões de 5 a 12 V tipicamente, e a corrente máxima de saída está em torno de 100 mA. No entanto, para excitar cargas de potência sugerimos usar excitadores com transistores bipolares ou efeito de campo (FET).

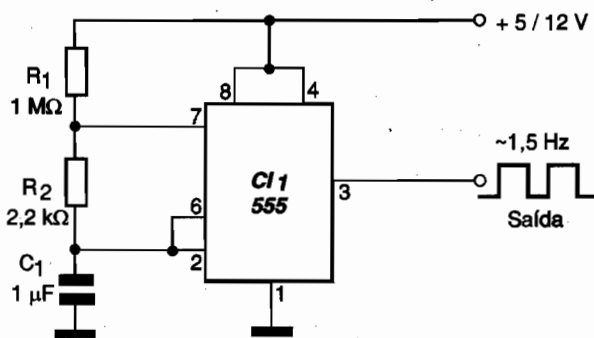


Figura 1

Na **figura 2** damos a placa de circuito impresso para implementação desse oscilador.

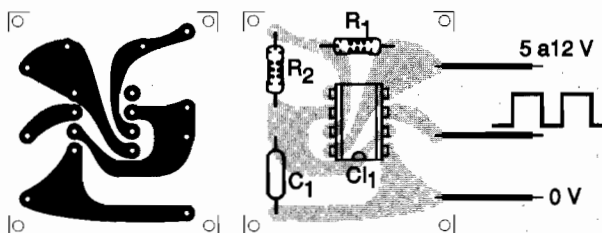


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - 555 - circuito integrado
 R_1 - 1 MΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
 R_2 - 2,2 kΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
 C_1 - 1 μF - capacitor de poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

SINALIZADOR DE POTÊNCIA

O circuito observado na **figura 1** faz uma lâmpada incandescente de até 200 W (rede de 110 V) ou até 400 W (rede de 220 V) piscar numa frequência ajustada em P_1 . A duração e a intensidade das piscadas dependem de R_2 , que pode ser alterado experimentalmente até se obter o melhor efeito. O capacitor C_1 precisa ter uma tensão de isolamento de pelo menos 100 V. Os valores entre parênteses são para a rede de 220 V. O SCR deve ser montado em radiador de calor. A ponte de diodos visa fazer o circuito funcionar com ambos os semiciclos da tensão da rede de energia.

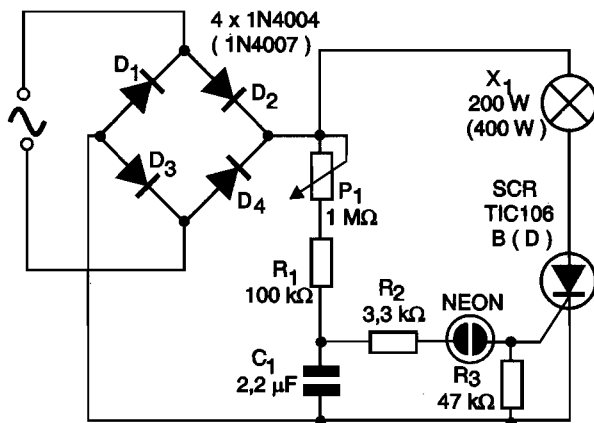


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse sinalizador que pode ser usado em portas de garagem, alto de prédios ou para decoração.

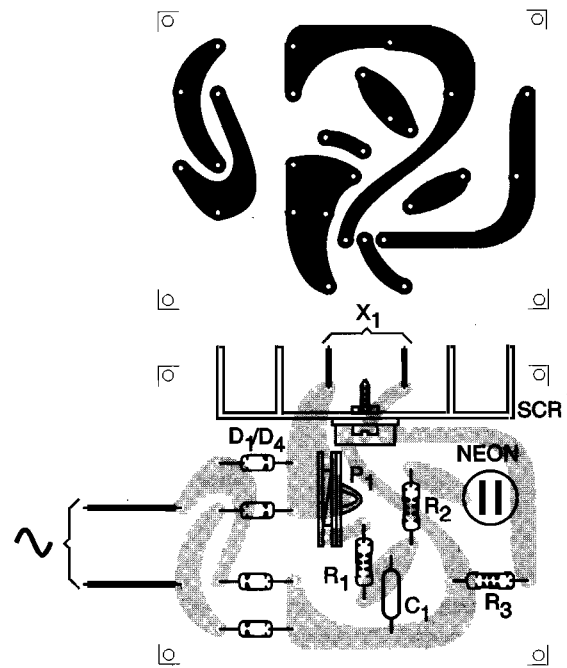


Figura 2

Lista de Material

SCR- TIC106B ou D - diodo controlado de silício
 D_1 a D_4 - 1N4004 (110 V) ou 1N4007 (220 V) diodos de silício
 NEÓN - lâmpada neon comum
 P_1 - 1 M - potenciômetro ou trimpot
 R_1 - 100 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
 R_2 - 3,3 k Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, vermelho
 R_3 - 47 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
 C_1 - 2,2 μ F - capacitor de poliéster
 X_1 - Lâmpada incandescente para 110 V ou 220 V até a potência indicada no texto
 Diversos: cabo de força, placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

TIL78

Fototransistor sensível de uso geral

Características:

V_{ce} : 50 V

P_d : 50 mW

Corrente no escuro: 100 nA ($V_{ce}=30$ V)

Corrente no claro: 7 mA ($V_{ce} = 5$ V)



FOTO-RELÉ

O sensor do circuito observado na **figura 1** é um fotodiodo, mas também pode ser usado um fototransistor comum. Quando luz incide no sensor, o relé atraca, comutando a carga externa. A potência máxima da carga externa depende do relé empregado. Recomendamos o uso de relés sensíveis com bobina de 50 mA ou menos. O circuito não possui ajuste de sensibilidade, mas ele pode ser agregado facilmente. Basta inserir um potenciômetro ou *trimpot* de 1 M Ω entre o anodo de FD e o terra do circuito. A alimentação pode ser feita com tensões de 6 ou 12 V dependendo apenas do relé utilizado.

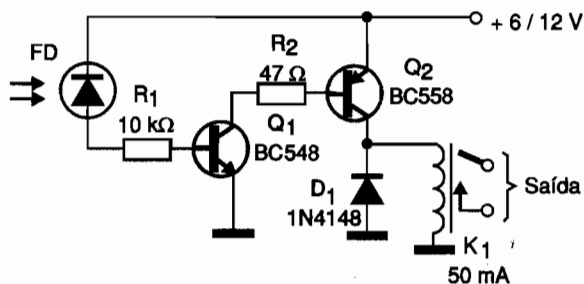


Figura 1

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso. O sensor FD pode ficar longe do circuito, utilizando-se um cabo blindado com a malha

devidamente aterrada. A placa foi projetada para um relé com soquete DIL. Se for usado relé diferente seu desenho deve ser alterado.

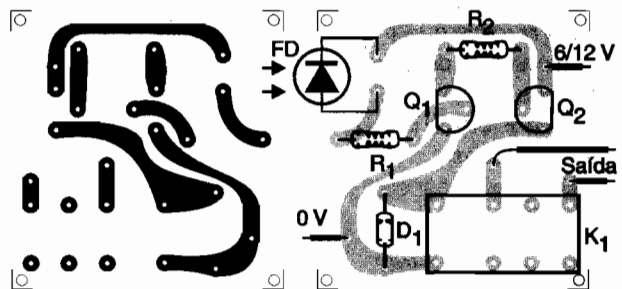


Figura 2

Lista de Material:

- Q₁ - BC548 ou equivalente - transistor NPN
- Q₂ - BC558 ou equivalente - transistor PNP
- FD - qualquer fotodiodo ou mesmo fototransistor (TIL78, etc.)
- D₁ - 1N4148 - diodo de uso geral
- R₁ - 10 k Ω x 1/8W - resistor - marrom, preto, laranja
- R₂ - 47 Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, preto
- K₁ - Relé de 6 ou 12 V com 50 mA de bobina
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

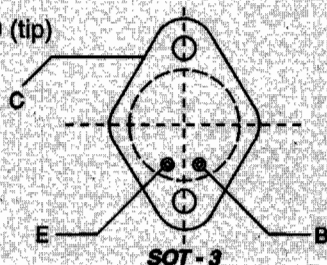
INFORMAÇÃO

BUX82

Transistor NPN de Potência de alta tensão para Fontes Chaveadas - esse transistor pode ser encontrado em fontes de televisores e outros equipamentos da segunda geração.

Características:

V_{ceo}: 400 V
 I_c: 6 A
 P_{tot} (50 °C): 60 W
 h_{FE}(I_c = 600 mA): 30 (tip)
 f_T: 6 MHz

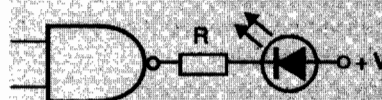


INFORMAÇÃO

Excitação de LEDs CMOS

Para excitar LEDs a partir de saídas CMOS, é preciso usar um resistor limitador de corrente cujo valor depende da tensão de alimentação. Na **figura 3** mostramos o modo para se acionar o LED quando o nível de saída da porta lógica vai a zero. Para acionar no nível alto, basta inverter o LED e ligar seu catodo ao terra e não ao +V. A tabela dá os valores dos resistores conforme a tensão usada na alimentação.

Drive LED CMOS



+V (v)	R (Ω)
3	100
5	330
6	470
9	680
12	1 k
15	1,2 k

BUZZER COM O 4093

Um circuito integrado 4093 (CMOS) pode ser usado para excitar um *buzzer* ou transdutor piezoelétrico com um tom de áudio que depende de C_1 e é ajustado em P_1 . O circuito da figura 1 mostra como fazer isso a partir de alimentações de 3 a 15 V. Observamos que esse circuito não pode operar com transdutores de baixa impedância. Para alto-falantes, por exemplo, é preciso agregar uma etapa excitadora que, no caso, não se aplica devido à configuração em contrafase.

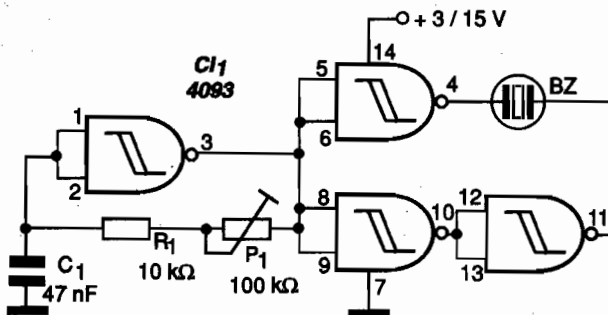


Figura 1

Lista de Material:

CI_1 - 4093 - circuito integrado CMOS

P_1 - 100 kΩ - trimpot

R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja

C_1 - 47 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

BZ - Transdutor piezoelétrico

Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

Na figura 2 apresentamos a placa de circuito impresso para implementação do circuito.

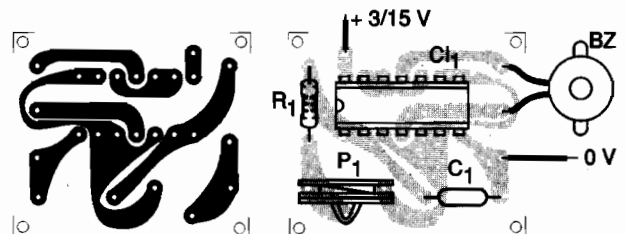


Figura 2

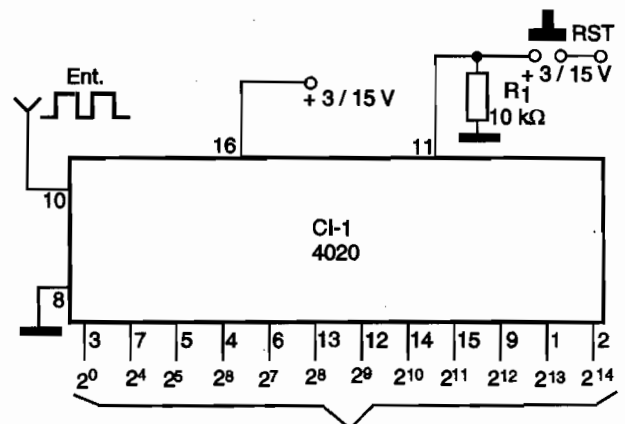
DIVISOR ATÉ 16 384

Na figura 1 apresentamos um divisor de frequências CMOS que pode dividir sinais lógicos de até uns 7 MHz por valores até 16 384. O CI 4020 é formado por *flip-flops* em cascata, cada qual dividindo por 2 a frequência em sucessão, com os valores acessados pelos pinos mostrados nos diagramas.

Observe que, para a divisão por 2 elevado ao expoente de 1 a 3, não existem saídas disponíveis. Assim, para uma divisão por 16 384 (dois elevado ao expoente 14) basta aplicar o sinal no pino 10 e retirá-lo no pino 2.

Veja que o sinal de saída não tem ciclo ativo de 50% e é perfeitamente retangular. O circuito pode ser alimentado como tensões de 3 a 15 V, e no interruptor RST é feito o *reset* que zera a contagem. Com o uso de portas combinando as saídas pode-se dividir o sinal de entrada por frequências que não sejam potências de 2.

Não fornecemos a placa de circuito impresso pela simplicidade da configuração e pelo fato dela ser usada com outros componentes que irão fazer a divisão final combinada dos sinais.



Saídas
Figura 1

Lista de Material:

CI_1 - 4020 - circuito integrado CMOS

RST - Interruptor de pressão NA

R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja

ETAPA DE ÁUDIO

A etapa amplificadora de áudio observada na **figura 1** pode fornecer uma potência da ordem de 2 a 3 watts em uma carga de 8Ω quando alimentada com 12 V. O transistor de potência deve ser montado em radiador de calor. Dentre as aplicações possíveis para esse circuito, citamos alarmes como amplificador do som de um oscilador, efeitos sonoros ou mesmo um intercomunicador simples. A corrente da fonte deve ser de pelo menos 1 ampère. O resistor R_2 determina o ganho e, eventualmente, deve ser alterado para se obter melhor desempenho com menor distorção.

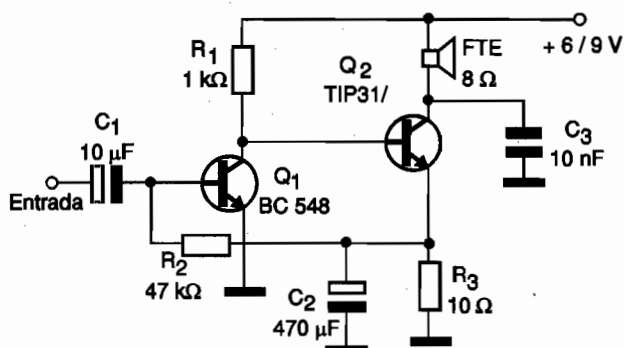


Figura 1

Na **figura 2** mostramos uma placa de circuito impresso para esse circuito.

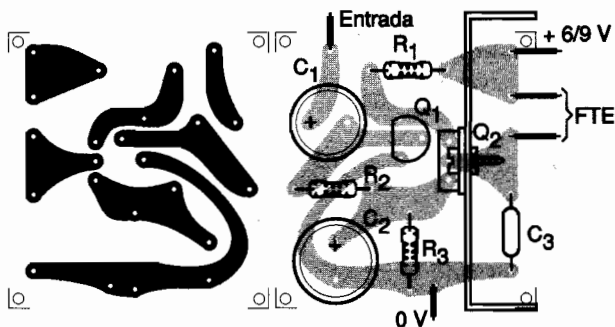


Figura 2

Lista de Material:

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- Q_2 - TIP31 - transistor NPN de potência
- R_1 - $1 \text{ k}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistor - marrom, preto, vermelho
- R_2 - $47 \text{ k}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistor - amarelo, violeta, laranja
- R_3 - $10 \Omega \times 1 \text{ W}$ - resistor - marrom, preto, preto
- C_1 - $10 \mu\text{F} \times 16 \text{ V}$ - capacitor eletrolítico
- C_2 - $470 \mu\text{F} \times 12 \text{ V}$ - capacitor eletrolítico
- C_3 - 10 nF - capacitor cerâmico
- FTE - $8 \Omega \times 10 \text{ cm}$ ou maior - alto-falante comum
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

TIP33

Transistor NPN de potência.

Características:

- Vcb: sufixo - : 40 V
- sufixo A : 60 V
- sufixo B : 80 V
- sufixo C : 100 V
- Vce: sufixo - : 40 V
- sufixo A : 60 V
- sufixo B : 80 V
- sufixo C : 100 V

Pt (25 °C): 80 W

Ic: 10 A

hfe (Vce=4 V, Ic=3A): 20 - 100

Complementar: TIP34

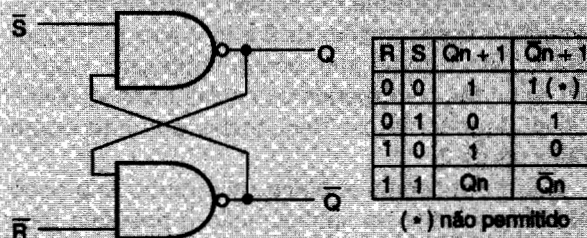
TIP33
Transistor NPN de potência



INFORMAÇÃO

Latch NAND-RS

Na **figura 3** ilustramos como implementar um latch ou flip-flop R-S com duas portas NAND. Na mesma figura damos a tabela verdade para esse circuito.

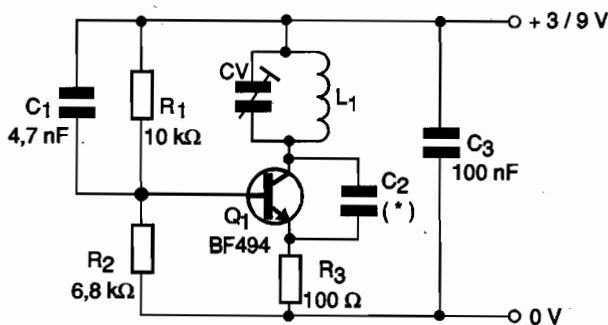


OSCILADOR DE 10 A 150 MHz

Na **figura 1** mostramos um simples oscilador de alta frequência, usando apenas um transistor e que pode gerar sinais na faixa de frequências indicada. A frequência central depende apenas de L_1 e C_2 , conforme a seguinte tabela:

Faixa de frequências	Espiras	C_2
10 a 30 MHz	15	47 pF
30 a 50 MHz	8	22 pF
50 a 80 MHz	6	10 pF
80 a 100 MHz	4	4,7 pF
100 a 120 MHz	2	2,2 pF
120 a 150 MHz	1	1 pF

Transistores equivalentes podem ser usados e os capacitores devem ser cerâmicos. C_v pode ser qualquer *trimmer* comum com capacitância máxima de 40 pF para as três faixas inferiores de frequência e de 10 a 20 pF para as faixas superiores. A bobina é enrolada com fio 18 ou 20 em forma sem núcleo com 1 cm de diâmetro. O sinal pode ser retirado de uma segunda bobina sobre L_1 ou do coletor do transistor.



(*) ver texto

Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do oscilador.

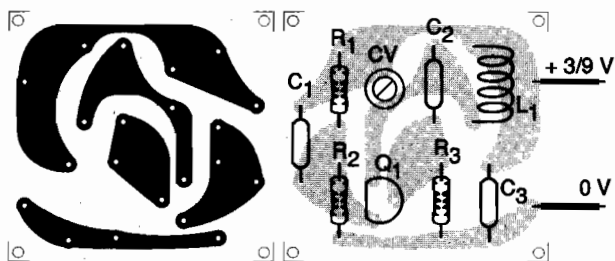
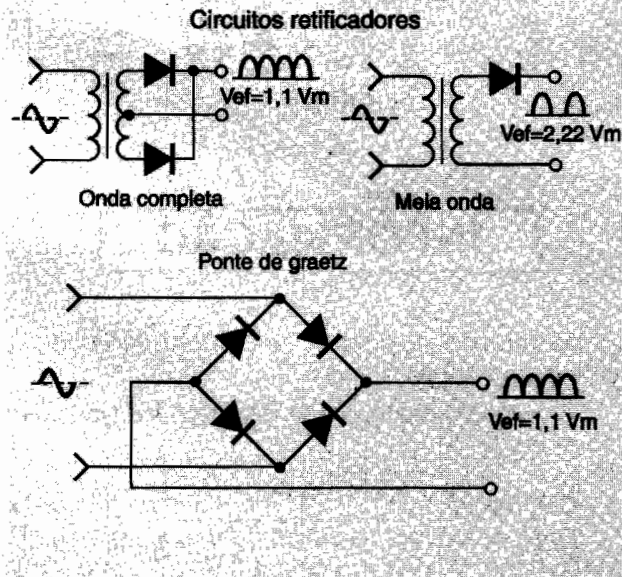


Figura 2

INFORMAÇÃO

Circuitos Retificadores

Na **figura 3** apresentamos os principais tipos de circuitos retificadores com as formas de onda obtidas nas suas saídas (sem retificação). Junto a cada configuração temos também o valor da tensão eficaz em cada caso.



Lista de Material:

- Q_1 - BF494 ou equivalente - transistor de RF
- L_1 - Bobina - ver texto
- C_v - trimmer - ver texto
- R_1 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_2 - 6,8 k Ω x 1/8 W - resistor - azul, cinza, vermelho
- R_3 - 100 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, marrom
- C_1 - 4,7 nF - capacitor cerâmico
- C_2 - capacitor cerâmico - ver tabela
- C_3 - 100 nF - capacitor cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

REDUTOR DE 12 V PARA 6 V

O circuito da **figura 1** reduz a tensão de 12 a 15 V encontrada em baterias de carro e em outras fontes de energia para 6 V, tendo uma capacidade de até 5 ampères. O transistor Q_1 deve ser montado em excelente radiador de calor, e o diodo zener é de potência. Os resistores são de fio e é importante que os fios e as trilhas de circuito impresso sejam largos em função da intensidade da corrente drenada pela carga.

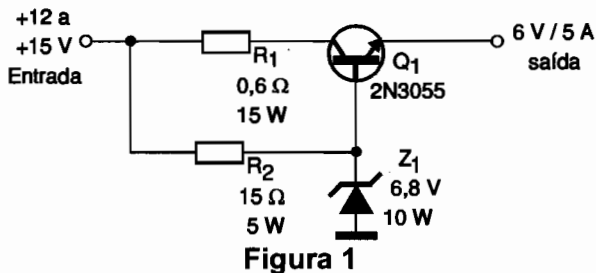


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso, observando-se a existência de fios para o transistor que estará montado no dissipador de calor externo.

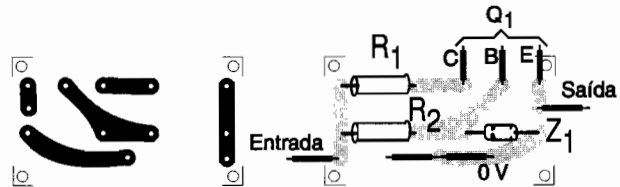


Figura 2

INFORMAÇÃO

LM237/LM337

Regulador negativo de tensão para correntes de saída até 1,5 A

Características:

- Faixa de tensões de saída: -1,25 a -37 V
- Corrente máxima de saída: 1,5 A
- Regulação de saída: 0,3 %
- Rejeição de *Ripple*: 77 dB
- Potência de dissipação: 20 W
- Tensão de entrada máxima: -40 V



Lista de Material:

- Q_1 - 2N3055 - transistor NPN de alta potência
- Z_1 - 6,8 V x 10 W - diodo zener
- R_1 - 0,6 Ω x 15 W - resistor de fio
- R_2 - 15 Ω x 5 W - resistor de fio
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

BF198

Transistor NPN de RF para aplicações em vídeo, VHF, etc.

Características:

- V_{ce0} : 30 V
- I_c : 25 mA
- Ptot: 500 mW
- hFE ($I_c=4$ mA): 26
- Ftip a 35 MHz: 3 dB



AMPLIFICADOR DE GANHO 100

O ganho de tensão do amplificador exibido na **figura 1** é de 100 vezes. O circuito opera com sinais alternados de baixa frequência e tem por base um amplificador operacional 741. No entanto, amplificadores operacionais equivalentes podem ser empregados. A fonte de alimentação deve ser simétrica com tensões de 6 a 12 V e os capacitores podem ser de poliéster ou cerâmicos. O ganho é dado pela relação entre R_2 e R_1 e pode ser alterado.

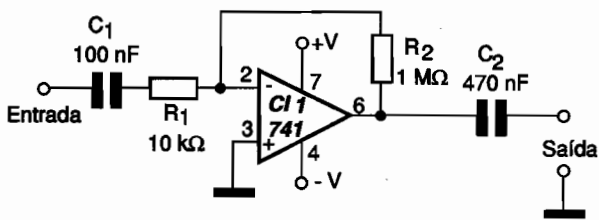


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse amplificador.

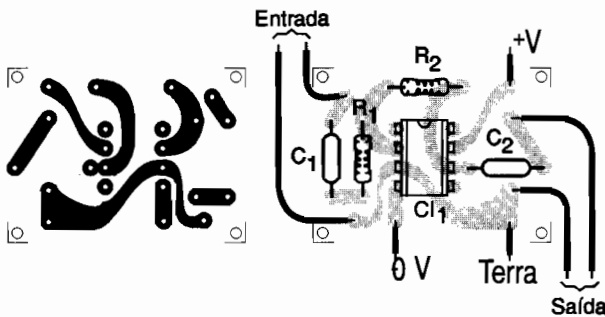


Figura 2

Lista de Material:

- CI_1 - 741 - amplificador operacional
- R_1 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_2 - 1 M Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
- C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C_2 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fonte simétrica, fios, solda, etc.

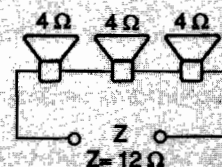
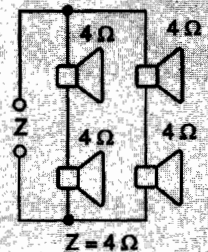
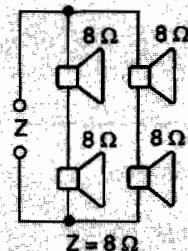
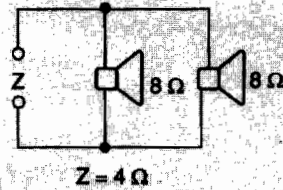
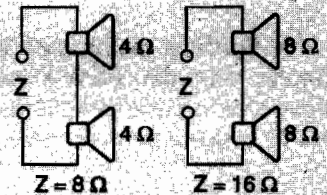
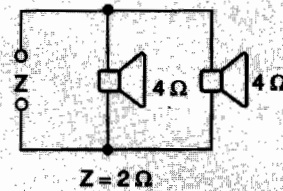
INFORMAÇÃO

Ligação de Alto-Falantes

Quando diversos alto-falantes são associados, a impedância final modifica-se e depende da maneira como eles são ligados.

Na **figura 3** temos diversos tipos de associações com a impedância Z final que se obtém.

É importante observar que a impedância Z deve ser sempre maior ou igual do que a saída do sistema de som, para que não ocorram sobrecargas.



FILTRO ATIVO PASSA-BAIXAS

O filtro ativo observado na **figura 1**, tendo por base um amplificador operacional 741 ou equivalente, deixa passar apenas os sinais de freqüências menores que 500 kHz. Esse valor de corte é dado pelos capacitores C_1 e C_2 , que podem ser alterados conforme a aplicação. A impedância de entrada do filtro é da ordem de 10 k Ω e a fonte de alimentação deve ser simétrica.

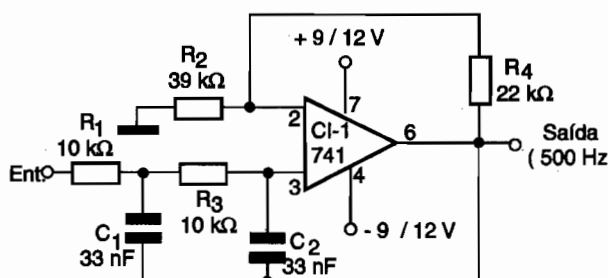


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse filtro, observando-se que a freqüência máxima de operação do 741 está em torno de 1 MHz.

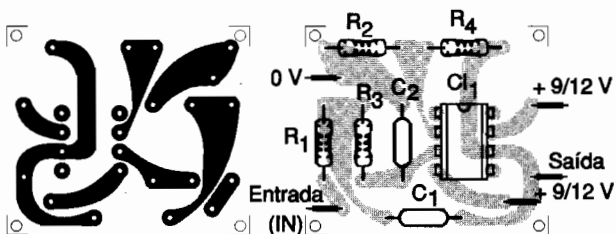


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - 741 - amplificador operacional
 R_1, R_3 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 R_2 - 39 k Ω x 1/8 W - resistor - laranja, branco, laranja
 R_4 - 22 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, laranja
 C_1, C_2 - 33 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fonte simétrica, fios, solda, etc.

DETECTOR DE AUSÊNCIA DE PULSO

O circuito ilustrado na **figura 1** pode ser muito útil em sistemas de transmissão de dados, alarmes e controles digitais. Ele detecta quando falta um pulso numa seqüência que deve ser mantida constante. O princípio de operação é simples: a constante de tempo RC determina o intervalo mínimo que deve haver entre dois pulsos da seqüência e deve ser calculada em função da freqüência de entrada. Se o intervalo entre os pulsos de entrada for maior que o dado por RC, o 555 não redisparrará e sua saída que se mantinha no nível alto vai momentaneamente para o nível baixo. O pulso negativo gerado pode ser utilizado, então, para acionar algum tipo de circuito externo. A freqüência máxima de operação do circuito é de 500 kHz e a tensão de alimentação pode ficar entre 5 e 15 V. Com alimentação de 5 V o circuito integrado é compatível com lógica TTL. Com outras alimentações, ele é compatível com lógica CMOS.

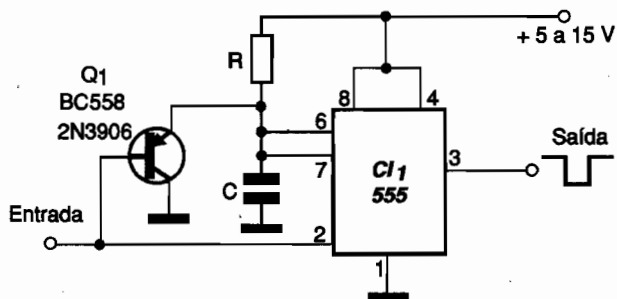


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem do detector.

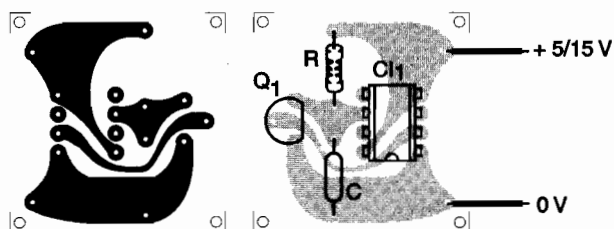


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - 555 - circuito integrado - timer
 Q_1 - BC558 ou 2N3906 - transistor PNP de uso geral
 R - resistor - 1 k Ω a 1 M Ω - ver texto
 C - capacitor - 100 pF a 100 μ F - ver texto
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

TRANSMISSOR DE VÍDEO

Ligado numa micro-câmara ou ainda na saída de vídeo de um videocassete ou DVD o transmissor exibido na **figura 1**, podem enviar imagens para um televisor comum sintonizado em um canal livre entre o 2 e o 6.

O alcance é da ordem de 30 metros sob condições favoráveis, quando se usa uma antena telescópica de 30 a 50 cm de comprimento. O *trimpot* P_1 serve para ajustar o nível de modulação de modo a se obter uma imagem nítida. L_1 é constituída por 5 a 6 espiras de fio 18 ou 20 AWG numa forma de 1 cm de diâmetro sem núcleo. CV é qualquer *trimmer* com capacitância máxima de 20 a 40 pF.

Os capacitores devem ser todos cerâmicos. Para alimentação com 9 V de bateria, observamos que, dado o consumo do circuito, a sua durabilidade não será muito grande.

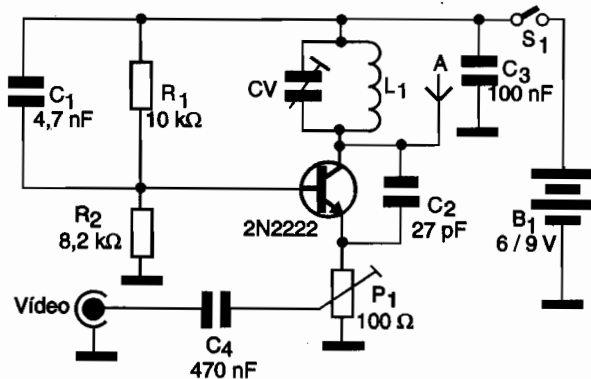


Figura 1

Na **figura 2** apresentamos uma placa de circuito impresso para a montagem desse transmissor.

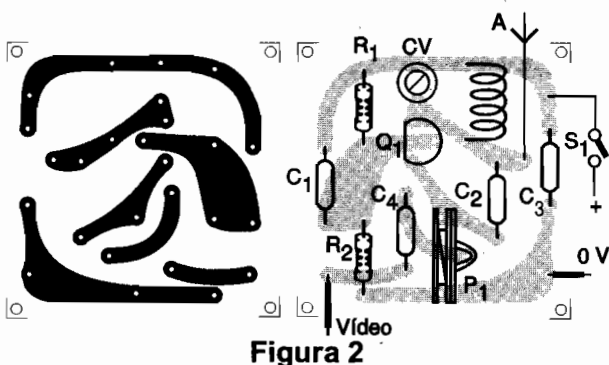


Figura 2

Lista de Material:

- Q_1 - 2N2222 - transistor de RF
- L_1 - Bobina - ver texto
- R_1 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_2 - 8,2 k Ω x 1/8 W - resistor - cinza, vermelho, vermelho
- P_1 - 100 Ω - trimpot
- C_1 - 4,7 nF - capacitor cerâmico
- C_2 - 22 pF - capacitor cerâmico
- C_3 - 100 nF - capacitor cerâmico
- C_4 - 470 nF - capacitor cerâmico
- CV - trimmer de 20 a 40 pF de capacitância máxima
- A - antena telescópica de 30 a 50 cm
- S_1 - Interruptor simples
- B_1 - 6 ou 9 V - pilhas ou bateria
- Diversos: placa de circuito impresso, caixa para montagem, conector de bateria ou suporte de pilhas, fios, jaque de entrada RCA, solda, etc.

INFORMAÇÃO

BF200

Transistor de RF - NPN para faixa de VHF e UHF - usado em conversores de TV, sintonizadores, etc.

Características:

- V_{ce0} : 20 V
- I_c : 20 mA
- P_{tot} : 150 mW
- H_{FE} ($I_c = 3$ mA) 15
- F_T : 650 MHz
- F_{tip} a 200 MHz: 2,7 dB

SOT - 18 (11)



FILTRO PASSA-FAIXA DE 100 KHZ

O filtro ilustrado na **figura 1** deixa passar sinais apenas numa estreita faixa em torno dos 100 kHz. A frequência exata é determinada por C_1 , L_1 , enquanto que R_3 determina a seletividade, ou seja, o ganho do circuito na frequência selecionada. Os valores de C_1 e L_1 podem ser alterados em função da frequência desejada (procure nas informações "frequência de ressonância do circuito LC"). A fonte de alimentação deve ser simétrica e o indutor L_1 pode ser enrolado em um bastão de ferrite. Para a frequência indicada ele terá aproximadamente 150 espiras de fio 32 AWG, ou ainda ser usado um microchoque comercial.

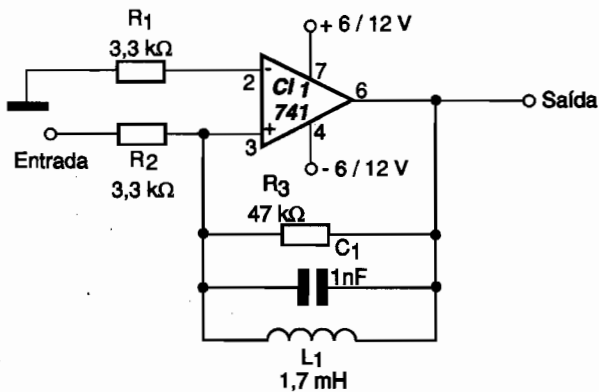


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito com a utilização de um micro-choque comercial para L_1 .

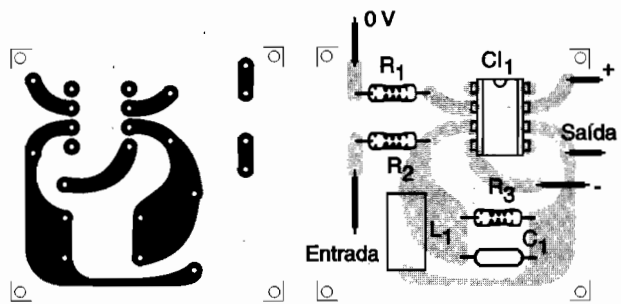


Figura 2

Lista de Material:

- CI_1 - 741 ou equivalente - amplificador operacional
- L_1 - 1,7 mH - ver texto
- R_1, R_2 - 3,3 k Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, vermelho
- R_3 - 47 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
- C_1 - 1 nF - capacitor cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, fonte simétrica, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

BRY39T

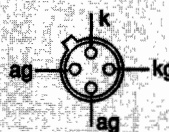
Tiristor - tetrodo - trata-se de um componente pouco comum, usado no disparo de TRIACs e SCRs, além de aplicações que exijam a produção de pulsos de curta duração. Podemos dizer que consiste de um SCR com uma porta de anodo e uma porta de catodo.

Características:

- I_T : 250 mA
- I_{TRM} : 2,5 A
- I_{TSM} : 3 A
- di/dt : 20 A/ μ s
- V_{GKT} (min): 0,5 V
- I_{GKT} (min): 1 μ A

- V_{GAT} (min): -1 V
- I_{GAT} (min): -100 μ A
- t_g (máx): 3 μ s
- V_{RRM} (máx): 70 V

- a = anodo
- ag = porta de anodo
- k = catodo
- kg = porta de catodo



FONTE SIMÉTRICA - 15+15 V/200 MA

A fonte observada na **figura 1** é ideal para a alimentação de circuitos que usam amplificadores operacionais e exijam tensões positivas quanto negativas. A corrente máxima é determinada tanto pelo enrolamento secundário do transformador quanto pelos diodos zener empregados. Os resistores R_1 e R_2 são calculados justamente em função desses componentes para uma corrente máxima de saída de 200 mA. Se for necessária uma filtragem melhor, os capacitores C_1 e C_2 poderão ter seus valores aumentados. O enrolamento primário do transformador deve ser de acordo com a tensão da rede de energia local. A tensão de saída é também determinada pelos zeners que podem ser alterados.

Na **figura 2** exibimos uma placa de circuito impresso para a montagem dessa fonte.

INFORMAÇÃO

Curva Característica de um TRIAC

Os TRIACs são dispositivos semicondutores da família dos Tiristores sendo indicados para o controle de circuitos de potência alimentados por corrente alternada. Na **figura 3** temos as curvas características observando-se que os TRIACs podem operar no primeiro e no terceiro quadrante.

I_H é a corrente de manutenção que é a menor corrente que o dispositivo pode conduzir depois de disparado, sem desligar.

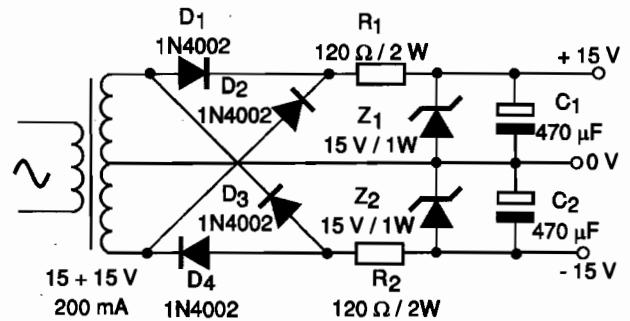
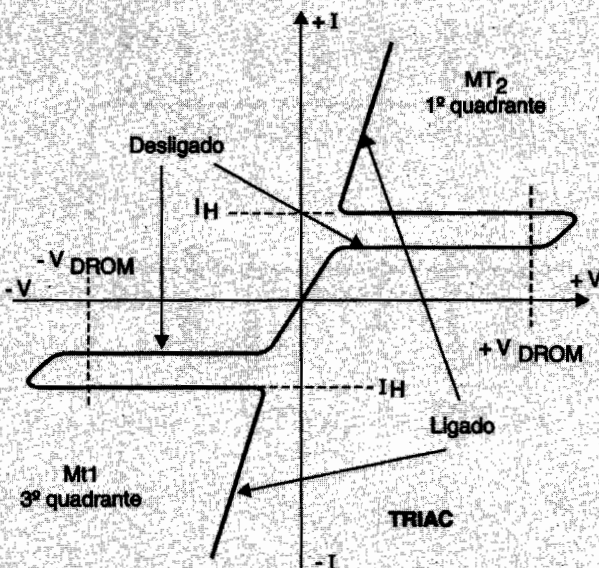


Figura 1

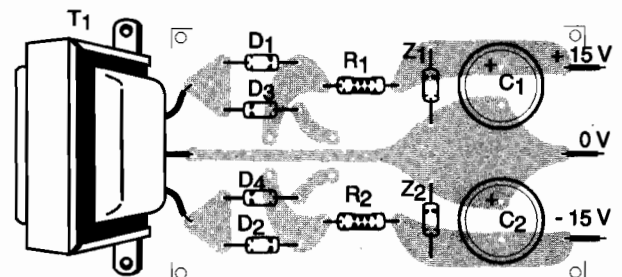
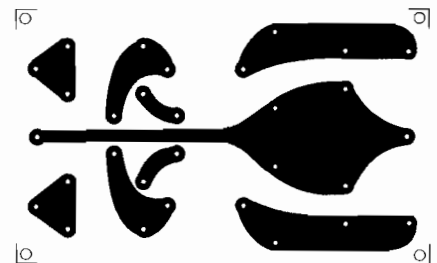


Figura 2

Lista de Material:

D_1 a D_4 - 1N4002 ou equivalentes - diodos retificadores

Z_1 , Z_2 - 15 V x 1 W - diodos zener

R_1 , R_2 - 120 Ω x 2 W - resistores - marrom, vermelho, marrom

C_1 , C_2 - 470 μ F x 25 V - capacitores eletrolíticos
 T_1 - Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 15 + 15 V x 200 mA ou 250 mA

Diversos: placa de circuito impresso, cabo de força, fios, solda, etc.

ENTRADA DE MIXER

Na **figura 1** temos um circuito passivo de três entradas que pode ser usado como base para um projeto de *mixer*. Ele circuito deve ser ligado à entrada de uma etapa pré-amplificadora de alta impedância utilizando um FET de junção ou ainda um circuito integrado apropriado. O circuito contém entradas para microfone, gravador e também auxiliar. As entradas

podem ser ampliadas e numa versão estéreo, devem ser montadas unidades iguais, uma para cada canal. Os cabos de entrada e de saída de sinais devem ser blindados.

Na **figura 2** mostramos uma placa de circuito impresso para a montagem desse setor do *mixer*.

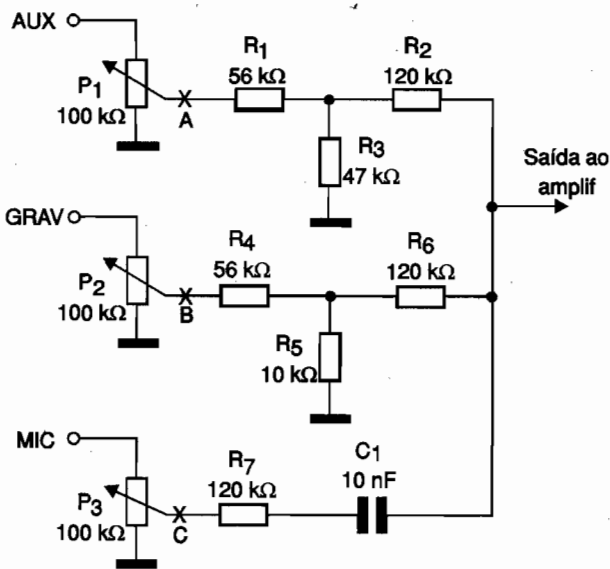


Figura 1

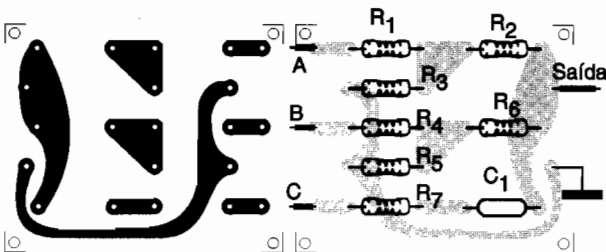


Figura 2

Lista de Material:

- R_1, R_4 - 56 k Ω x 1/8 W - resistores - verde, azul, laranja
- R_2, R_6, R_7 - 120 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, vermelho, amarelo
- R_5 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- C_1 - 10 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- P_1, P_2, P_3 - 100 k Ω - potenciômetros lineares
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, cabos blindados, solda, etc.

INFORMAÇÃO

$\mu A4136$

Quatro amplificadores operacionais de uso geral

Características:

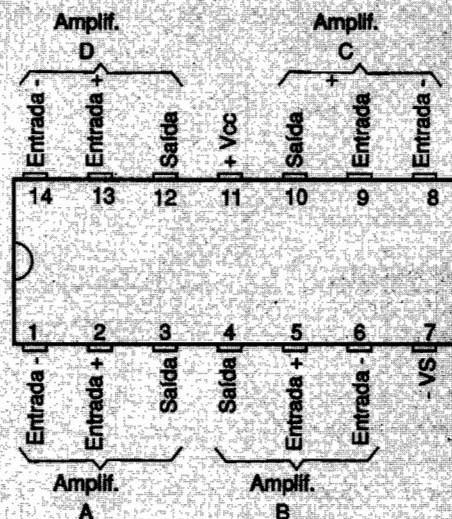
Tensão máxima de alimentação: 18 - 0 - 18 V

Potência máxima de dissipação: 670 mW

Resistência de entrada (tip): 5 M Ω

Frequência de transição: 5 MHz

Ganho de tensão (tip) : 300 000



SEQÜENCIADOR DE 1 A 10

As saídas do circuito apresentado na **figura 1** passam seqüência do nível baixo para o nível alto sob comando dos pulsos gerados pelo oscilador com o 555. As saídas do 4017 podem fornecer ou drenar correntes de 0,88 mA com alimentação de 5 V, ou 2,25 mA com alimentação de 10 V. O circuito pode ser usado como base de um temporizador, efeito seqüencial de lâmpadas ou controle seqüência automático para Robótica e Mecatrônica. O valor máximo de C_1 é 1500 μF quando o ciclo completo de corrimto do 4017 chega a perto de 10 horas. A freqüência do corrimto do efeito é ajustada em P_1 . O circuito pode acionar diretamente LEDs com resistores limitadores de 470 Ω a 1 k Ω . Para cargas de maior consumo deve ser usada uma etapa de potência.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para o bloco básico, uma vez

que deve ser agregada a etapa de potência a ser acionada.

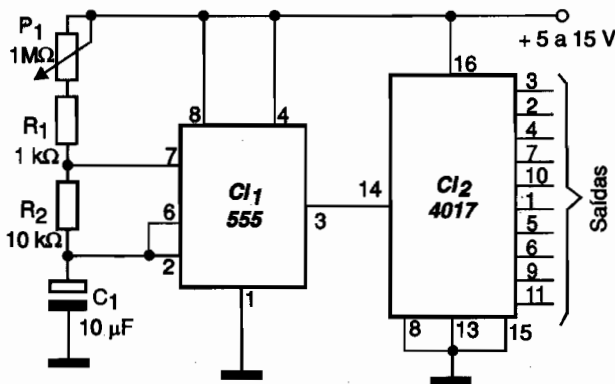


Figura 1

Lista de Material:

CI_1 - 555 - circuito integrado - timer
 CI_2 - 4017 - circuito integrado CMOS - contador Johnson
 P_1 - 1 M Ω - trimpot ou potenciômetro
 R_1 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 R_2 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 C_1 - 10 μF x 12 V - capacitor eletrolítico - ver texto
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, fonte, etc.

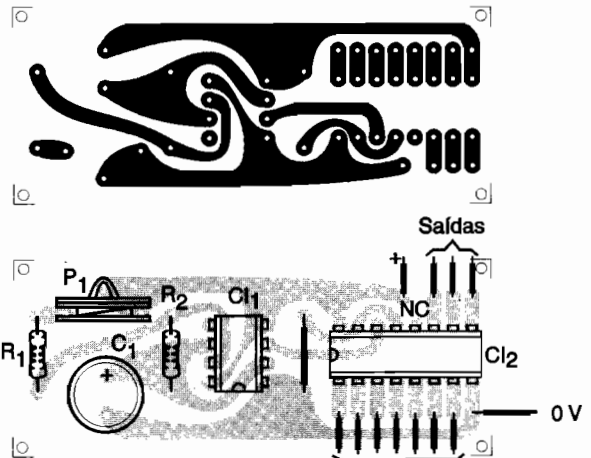


Figura 2

INFORMAÇÃO

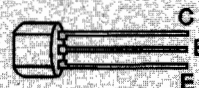
2N2906

Transistor PNP de uso geral - equivalente em muitas aplicações ao BC558.

O transistor 2N2906 é encontrado em muitas publicações americanas que utilizam transistores de uso geral e pode ser substituído, na maioria das vezes, pelo BC558 desde que não trabalhe com sua corrente máxima de coletor. Nesse caso, transistores como o BD136 são os indicados.

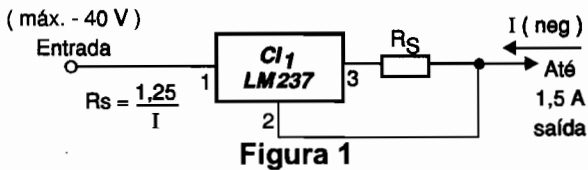
Características:

V_{ce0} : 40 V
 I_c : 600 mA
 P_{tot} : 400 mW
 f_t : >200 MHz
 h_{FE} : 40 - 120

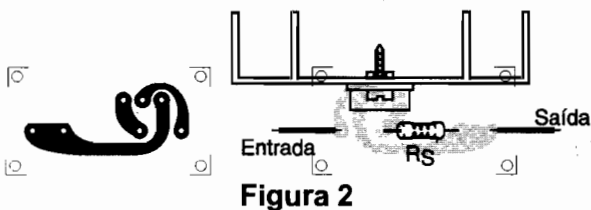


FONTE DE CORRENTE CONSTANTE

A corrente de saída do circuito mostrado na **figura 1** se mantém constante em valor determinado pelo resistor R_S . R_S é calculado dividindo-se 1,25 (que é a tensão do zener interno ao CI) pela corrente desejada. Por exemplo, para 1 A de saída temos, $1,25/1 = 1,25 \Omega$. A dissipação deve ser calculada pela Lei de Joule, no caso, multiplicando a resistência pelo quadrado da corrente. A dissipação do resistor empregado deve ser pelo menos o dobro da potência calculada, para evitar que o componente trabalhe no limite de sua capacidade de dissipação. O circuito integrado precisa ser dotado de um bom radiador de calor. Note que a entrada é negativa e deve ter uma tensão máxima de -40 V.



Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para implementação desse regulador de corrente.



Lista de Material:

CI_1 - LM237 - regulador negativo de tensão
 R_S - resistor de fio - ver texto
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, radiador de calor, etc.

INFORMAÇÃO

BC516

Transistor Darlington de pequena potência PNP

Características:

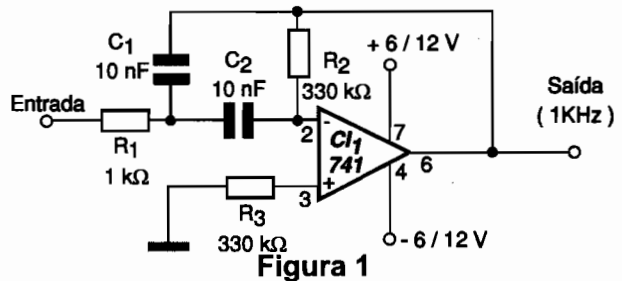
V_{ce0} : 30 V

I_c : 400 mA

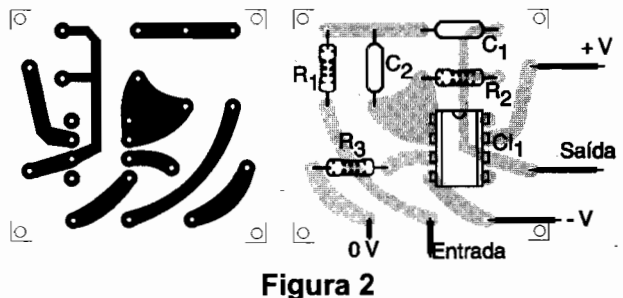
Ptot: 625 mW

FILTRO PASSA FAIXA COM O 741

O circuito mostrado na **figura 1** deixa passar somente as freqüências numa estreita faixa em torno de 1 kHz. A freqüência central do filtro é determinada por C_1 e C_2 que podem ser alterados. Também é possível usar circuitos integrados de operacionais equivalentes ao 741. A fonte de alimentação deve ser simétrica.



Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para implementação do filtro.



Lista de Material:

CI_1 - 741 - amplificador operacional
 R_1 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 R_2, R_3 - 330 k Ω x 1/8 W - resistores - laranja, laranja, amarelo
 C_1, C_2 - 10 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fonte simétrica, fios, solda, etc.

f_T : 220 MHz
 h_{FE} : > 20 000



FOTOCÉLULA USANDO O TRANSISTOR 2N3055

Retirando-se a capa protetora de metal de um transistor 2N3055, sem afetar o *chip* de silício, podemos usá-lo como uma sensível fotocélula ou fotosensor. O circuito da **figura 1** é uma sugestão de como empregar esse componente para acionar um relé quando a luz que incide nesse componente é cortada (acionamento por sombra). P_1 faz o ajuste de sensibilidade. Recursos ópticos para melhorar a diretividade e sensibilidade do circuito podem ser usados. R_1 , também influi na sensibilidade do circuito, podendo ser alterado.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para montar esse circuito. Essa placa foi planejada para relés com base DIL. Se for empregado relé diferente, o desenho da placa deve ser alterado.

Lista de Material:

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- FT - 2N3055 como fototransistor - ver texto
- D_1 - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral
- P_1 - 1 M Ω - trimpot
- R_1 - 22k a 47 k Ω - resistor de 1/8W - ver texto
- R_2 - 22 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, laranja
- K_1 - Relé de 12 V com até 50 mA de bobina
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Alteração de Curvas de Potenciômetros

Se tivermos um potenciômetro linear, podemos alterar sua curva de variação de resistência com o uso de resistores adicionais externos. Na **figura abaixo** exemplificamos como isso pode ser feito.

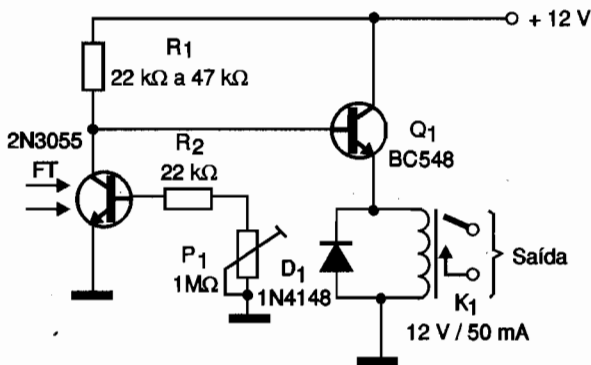


Figura 1

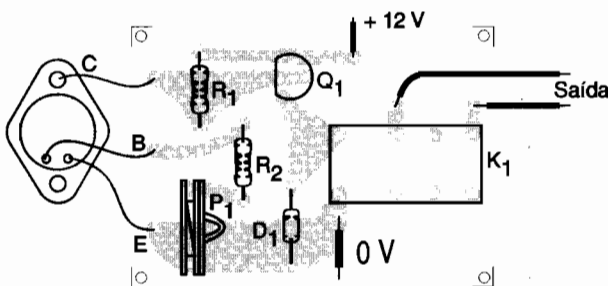
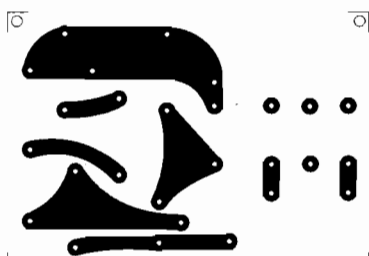
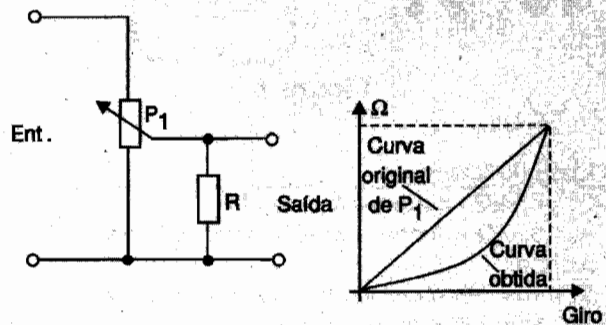
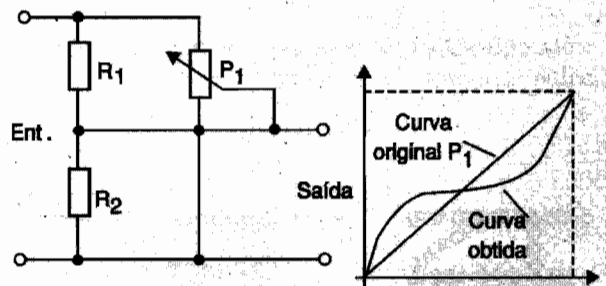


Figura 2



OSCILADOR DISPARADO TTL - 7400

Quando o interruptor é pressionado, no circuito da **figura 1**, um sinal retangular cuja frequência depende de C_1 é gerado. Com o valor indicado o circuito gera um tom de áudio que pode excitar um transdutor piezoelétrico ligado na saída, ou uma etapa de potência se for usado um alto-falante. Para outras frequências, basta alterar C_1 . Podemos também disparar o circuito com um sinal no nível alto aplicado diretamente no pino 10. A alimentação do circuito deve ser feita com tensão de 5 V. Em lugar de S_1 , também é possível utilizar sensores ou os contactos de um relé de acionamento.

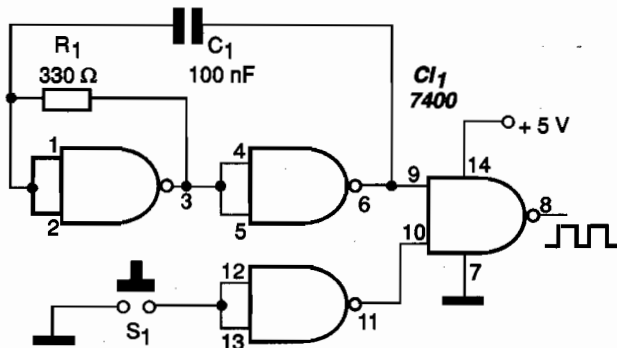


Figura 1

Na **figura 2** exibimos a placa de circuito impresso para implementação desse oscilador.

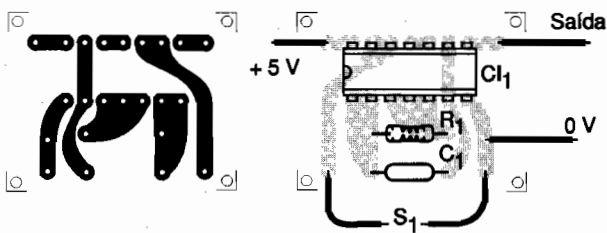


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - 7400 - circuito integrado TTL
 R_1 - 330 Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, marrom
 C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster
 S_1 - Interruptor de pressão NA
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Características de Emissão de Junções PN

Na tabela abaixo fornecemos os comprimentos de onda emitidos por junções semicondutoras quando excitadas, além de informações sobre a ação LASER.

Material (cristal)	Comprimento de onda (μm)	Ação LASER
PbSe	8,5	sim
PbTe	6,5	sim
InSb	5,2	sim
PbS	4,3	sim
InAs	3,15	sim
(InxGax-1)As	0,85 - 3,15	sim
In(PxAs1-x)	0,91 - 3,15	sim
GaSb	1,6	não
InP	0,91	sim
GaAs	0,90	sim
Ga(As1-xPx)	0,55 - 0,90	sim
CdTe	0,855	não
(ZnxCd1-x)Te	0,59 - 0,83	não
CdTe-ZnTe	0,56 - 0,66	não
BP	0,64	não
Cu2Se - ZnSe	0,40 - 0,63	não
Zn(SexTex-1)	0,627	não
ZnTe	0,62	não
GaP	0,565	não
SiC	0,456	?

PONTE H

Motores de Corrente Contínua ou cargas sensíveis ao sentido de circulação da corrente podem ser controladas com o circuito de ponte H ilustrado na **figura 1**. A corrente máxima desse circuito é da ordem de 1 A e os transistores devem ser montados em radiadores de calor. A ponte é controlada aplicando-se sinais nas entradas A e B de tal forma que A e B não estejam ao mesmo tempo no nível alto, que é uma condição proibida que põe o circuito em curto. A ponte pode ser controlada pelos sinais de saídas lógicas TTL ou CMOS. A alimentação de 12 V corresponde ao motor usado, mas o circuito funcionará com motores de 6 a 12 V.

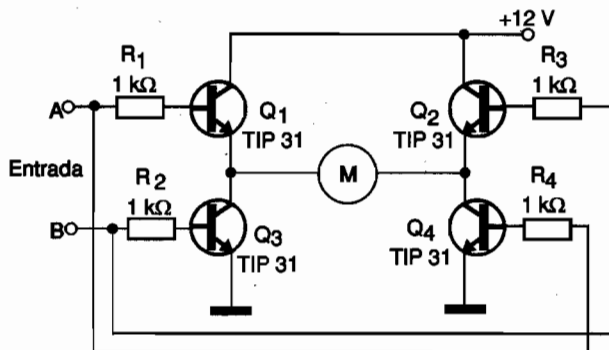


Figura 1

Lista de Material:

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 - TIP31 ou equivalentes - transistores NPN de potência

R_1 a R_4 - 1 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, vermelho

M - motor até 1 A

Diversos: placa de circuito impresso, radiadores de calor, fios, solda, etc.

Na **figura 2** mostramos a placa de circuito impresso para implementação dessa ponte H.

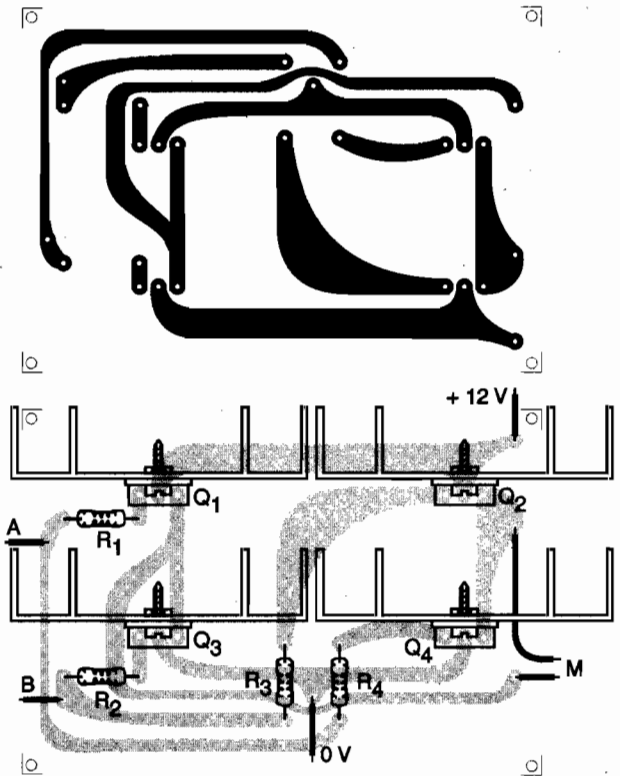


Figura 2

INFORMAÇÃO

7442 - Decodificador BCD para 1-de-10 - TTL

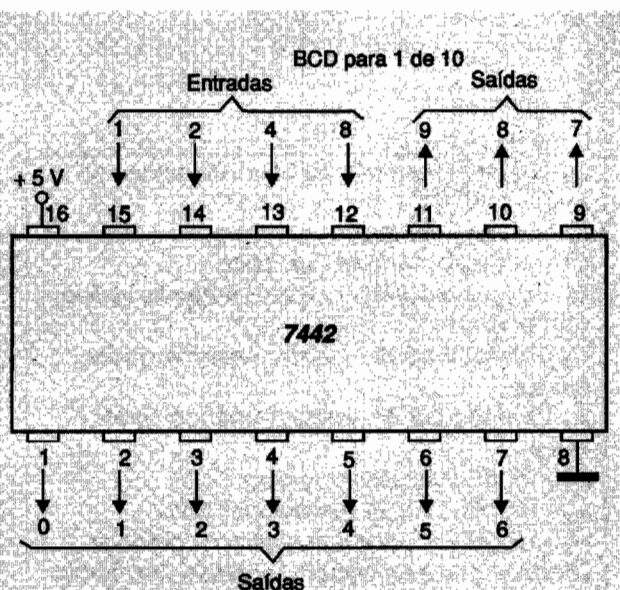
As saídas desse circuito integrado se mantêm todas no nível alto quando as entradas são 0000. Quando aplicamos um sinal BCD na entrada, por exemplo 0101 que corresponde ao 5, nas entradas de peso 8-4-2-1, respectivamente, a saída 5 (pino 6) vai ao nível baixo.

Características:

Tensão de alimentação: 5 V

Corrente máxima drenada na saída ativada: 16 mA

Corrente do dispositivo: 28 mA



SINTONIZADOR AM

Com o circuito mostrado na **figura 1** é possível transformar qualquer amplificador de áudio, inclusive as caixas amplificadas de computadores, em receptores de rádio AM, com boa sensibilidade para as estações locais. A saída é ligada na entrada do amplificador e a sintonia é feita em CV. A bobina consta de 100 espiras de fio de 28 a 32 AWG em um bastão de ferrite de 10 a 20 cm de comprimento e diâmetro entre 0,8 e 1 cm. A antena é um pequeno pedaço de fio esticado e a ligação à terra, se as estações locais forem fortes, pode ser omitida. Transistores equivalentes ao BF245 podem ser usados. O capacitor variável pode ser aproveitado de qualquer rádio AM fora de uso. Como o consumo é muito baixo tanto pode ser usada fonte como pilhas ou baterias.

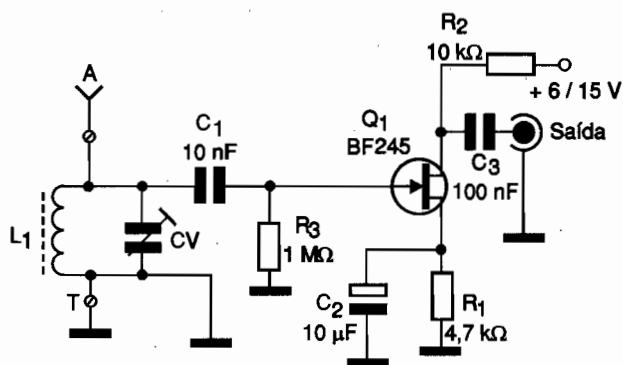


Figura 1

Lista de Material:

- Q_1 - BF245 - transistor de efeito de campo de junção (JFET)
- L_1 - Bobina - ver texto
- CV - capacitor variável - ver texto
- R_1 - 4,7 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R_2 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_3 - 1 M Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
- C_1 - 10 nF - capacitor cerâmico
- C_2 - 10 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
- C_3 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, botão para o variável, antena, bastão de ferrite, etc.

Na **figura 2** mostramos uma placa de circuito para a montagem do sintonizador de AM.

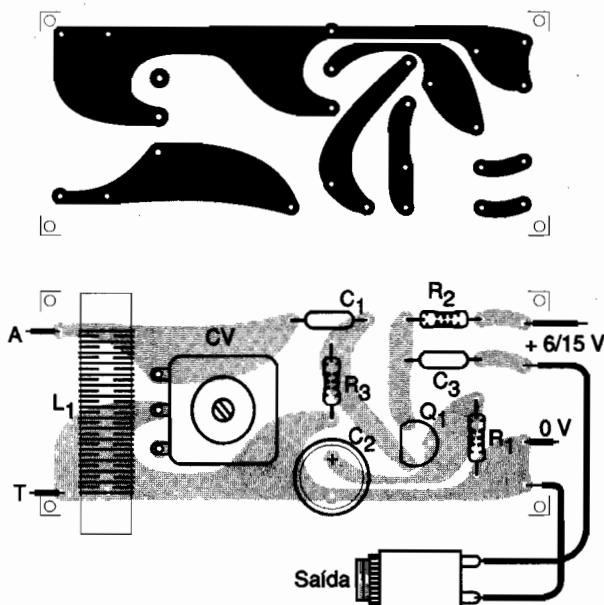


Figura 2

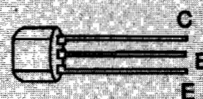
INFORMAÇÃO

2N3903/3904

Transistores NPN de uso geral - esses transistores são equivalentes ao BC548 em uma grande quantidade de aplicações, podendo ser feita a substituição direta. Eles aparecem principalmente nos projetos publicados nos Estados Unidos onde a série "2N" é mais popular.

Características:

- V_{ceo}: 40 V
- I_c: 200 mA
- P_d: 310 mW
- h_{FE}: 3903 - 50/150
3904 - 100/300
- f_T: 3903 - 250 MHz
3904 - 300 MHz



PRÉ-AMPLIFICADOR PARA MICROFONE DINÂMICO

O circuito da **figura 1** usa um amplificador operacional com transistores de efeito de campo de junção na entrada, o que lhe garante uma enorme impedância de entrada. O ganho do circuito é dado pelo valor de R_3 , o qual pode ser alterado em função das características do microfone utilizado. A fonte de alimentação não precisa ser simétrica e como o consumo é muito baixo, ou podem ser usadas pilhas bateria na alimentação. Os cabos de entrada e de saída devem ser blindados para que não ocorra a captação de zumbidos.

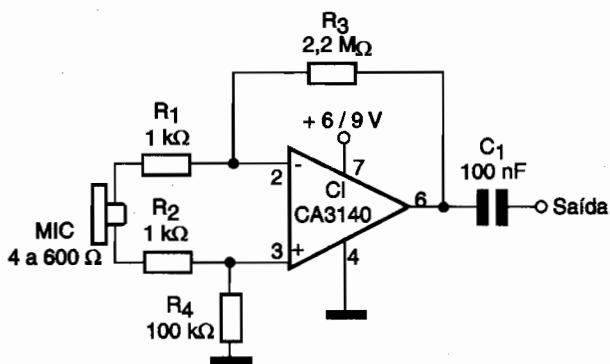


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem do pré-amplificador.

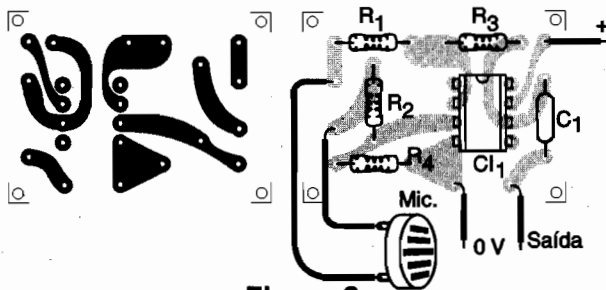


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - CA3140 - circuito integrado
 MIC - Microfone dinâmico de baixa impedância
 R_1, R_2 - 1 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, vermelho
 R_3 - 2,2 M Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, verde
 R_4 - 100 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
 C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

LM1548

Amplificador operacional duplo com características semelhantes ao 741, exceto pela ausência de pinos de ajuste de *offset-null*.

Características:

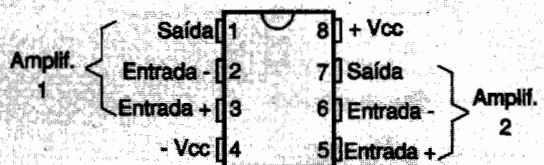
V_{cc} máxima: 18 - 0 - 18 V

$P_{máx}$: 500 mW

V_{io} (máx): 1 mV

Ganho de tensão típico: 200 000

f_T : 1 MHz



INFORMAÇÃO

2N3905/2N3906

Transistores PNP de uso geral - Na maioria das aplicações esses transistores são equivalentes aos BC557 e BC558. Os transistores "2N" aparecem principalmente nas publicações e diagramas americanos.

Características:

V_{ce0} : 40 V

V_{cb} : 40 V

V_{eb} : 5 V

I_c : 200 mA

P_d : 310 mW

H_{FE} : 2N3905 - 50/150

2N3906 - 100/200

f_T : 2N3905 - 200 MHz

2N3906 - 250 MHz



2N3906/2N3905

PNP - uso geral

MULTIVIBRADOR ASTÁVEL SENSÍVEL À LUZ - 7413

A frequência do oscilador mostrado na **figura 1** pode ser modulada pela luz incidente num fototransistor. O valor médio da frequência depende de C_1 . O sinal é retangular e o que se varia é o intervalo entre os pulsos, uma vez que o fototransistor altera apenas o ciclo de carga do capacitor. A tensão de alimentação é de 5 V e o sinal de saída é retangular. A frequência máxima do circuito está em torno de 20 MHz. Equivalentes aos diodos recomendados podem ser experimentados e o fototransistor é de qualquer tipo.

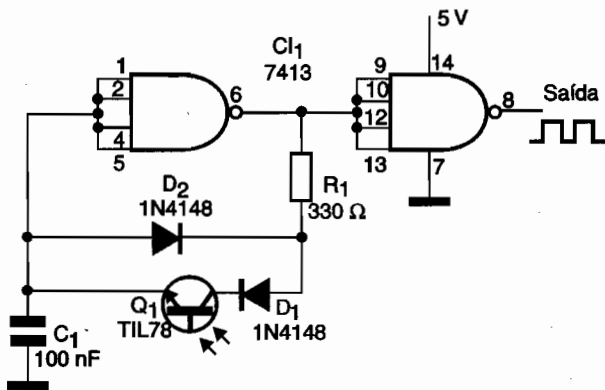


Figura 1

Na **figura 2** observamos uma placa de circuito impresso para a montagem do oscilador. Outras portas NAND podem ser usadas como, por exemplo, a 7400, caso em que, em lugar de interligar as quatro entradas, somente duas são necessárias.

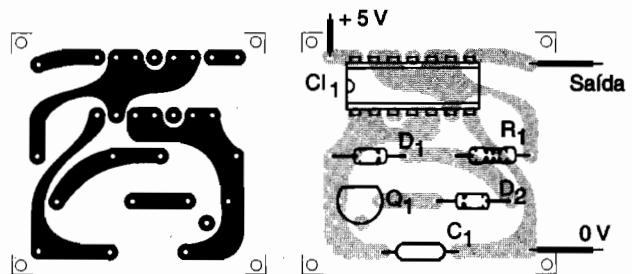


Figura 2

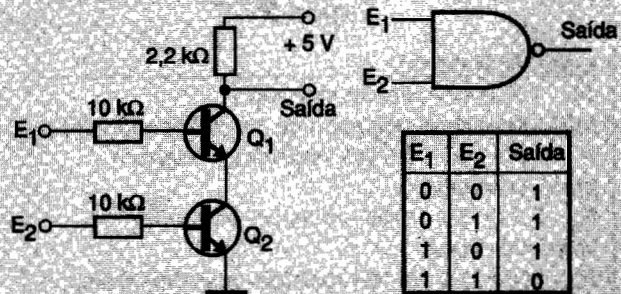
Lista de Material:

- CI_1 - 7413 - circuito integrado TTL
- Q_1 - TIL78 ou qualquer fototransistor
- D_1, D_2 - 1N4148 ou equivalente - diodos de uso geral
- R_1 - 330 Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, marrom
- C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fonte de 5 V, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Porta NAND com Transistores

Na **figura 3** temos o modo de se implementar uma porta NAND de duas entradas empregando 2 transistores NPN de uso geral, como os BC548. Observamos, entretanto, que nessa simulação, as impedâncias das entradas não são iguais, dada a posição em série dos transistores. Na mesma figura temos o símbolo da porta NAND e a tabela verdade.



SENSOR DE NÍVEL DE ÁGUA

O circuito exibido na **figura 1** aciona uma carga, que pode ser uma bomba d'água, sirene ou aviso, quando o nível de água alcança o sensor. O transformador R_1 isola o sensor de modo a evitar que toda a sua linha fique viva, o que poderia causar choques perigosos em que tivesse contato com a água ou com o circuito. No entanto, o primário do transformador e seus componentes permanecem conectados à rede devendo, portanto, ser bem isolados. O TRIAC deve ter sufixo B, se a rede for de 110 V, e sufixo D, se a rede for de 220 V. Esse componente deve ser montado em radiador de calor. P_1 faz o ajuste da sensibilidade do circuito. X_1 é um pedaço de fio com pelo menos 15 cm das suas pontas descascado ou ainda uma placa de metal. O recipiente em que está a água deve ter contato com a terra. Nunca utilize esse circuito para detectar o nível de inflamáveis.

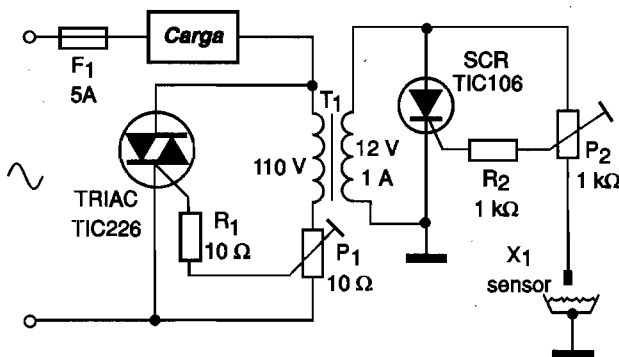


Figura 1

Lista de Material:

TRIAC - TIC226B (110 V) ou TIC226D (220 V)
 - TRIAC
 SCR - TIC106 - qualquer - diodo controlado de silício
 R_1 - 10 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, preto
 R_2 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 P_1 - 10 Ω - potenciômetro de fio
 P_2 - 1 k Ω - trimpot
 T_1 - Transformador com primário de acordo com à rede local e secundário de 12 V com 1 A
 F_1 - Fusível de 5 A ou de acordo com a carga
 X_1 - Sensor - ver texto
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para o SCR, fios, solda, etc.

Na **figura 2** observamos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do sensor.

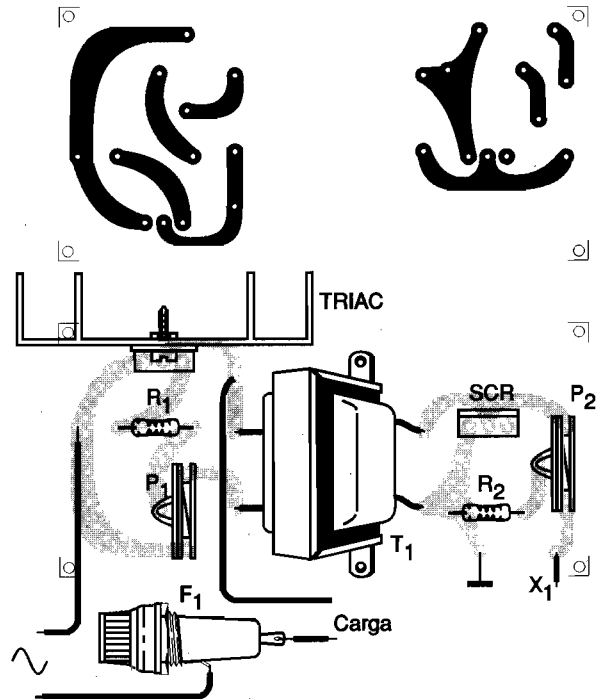


Figura 2

INFORMAÇÃO

2SA929

Transistor PNP de baixo ruído - recomendado para uso em pré-amplificadores de áudio e equalizadores

Características:

V_{cbo} : -55 V

V_{ceo} : -50 V

I_c : - 50 mA

P_d : 200 mW

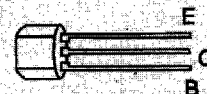
f_T : 80 MHz

h_{FE} : 100 - 960

Ganho conforme sufixo: F - 160/320

G - 280/560

H - 480/960



TRANSMISSOR DE FM SENSÍVEL (2 TRANSISTORES)

Os sons captados pelo microfone do transmissor cujo diagrama está na **figura 1**, podem ser captados em qualquer rádio ou outro equipamento que sintonize estações de FM. O alcance é da ordem de 30 metros quando se usa como antena um pedaço de fio esticado de 20 a 40 cm. O emprego de uma etapa amplificadora para o microfone torna o circuito sensível, ideal para escuta de conversas. A alimentação pode ser feita com duas ou quatro pilhas pequenas. L_1 é formada por 4 espiras de fio 22 AWG em forma de 1 cm sem núcleo, e os capacitores devem ser obrigatoriamente cerâmicos.

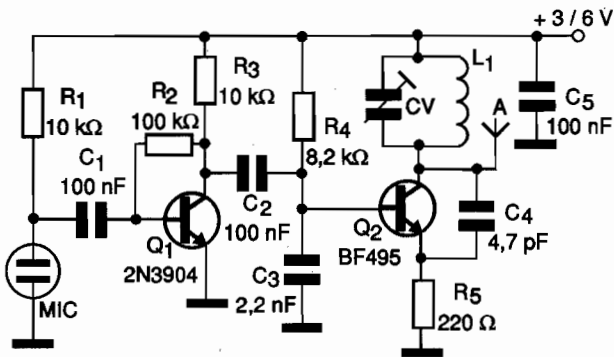


Figura 1

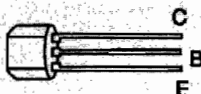
INFORMAÇÃO

2N3903/2N3904

Transistores NPN de uso geral - na maioria das aplicações são equivalentes aos BC547 e BC548. São muito utilizados nos artigos e projetos de origem americana onde a série 2N de transistores é a mais comum.

Características:

- V_{ce} : 40 V
- V_{cb} : 60 V
- V_{ce} : 6 V
- I_c : 200 mA
- P_d : 310 mW
- h_{FE} : 2N3903 - 50/150
- 2N3904 - 100-300
- f_T : 2N3903 - 250 MHz
- 2N3904 - 300 MHz



Na **figura 2** temos a placa de circuito do transmissor, a qual pode ter seu tamanho reduzido para facilitar a instalação numa caixa de plástico ou madeira bem pequena. Não use caixa de metal.

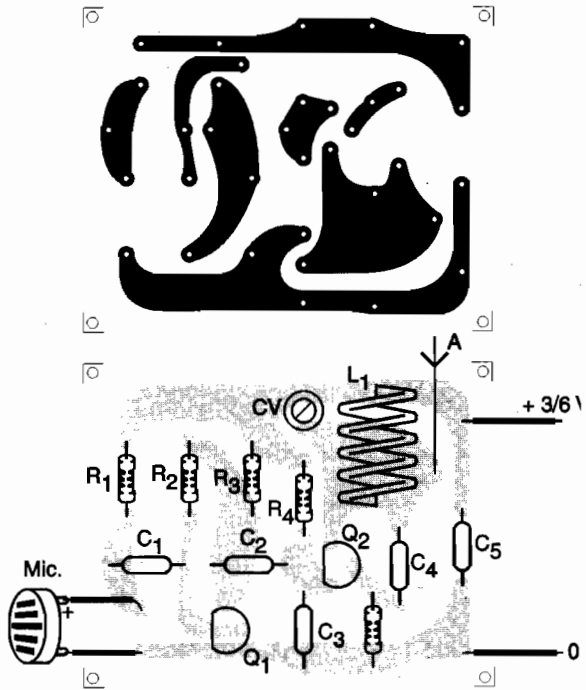


Figura 2

Lista de Material:

- Q_1 - 2N3904 ou BC548 - transistor NPN de uso geral
- Q_2 - BF495 ou equivalente - transistor NPN de RF
- MIC - microfone de eletreto de dois terminais
- CV - trimmer de 20 a 40 pF de capacitância máxima
- A - antena - ver texto
- L_1 - Bobina - ver texto
- R_1, R_3 - 10 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
- R_2 - 100 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
- R_4 - 8,2 k Ω x 1/8 W - resistor - cinza, vermelho, vermelho
- R_5 - 220 Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, marrom
- C_1, C_2, C_5 - 100 nF - capacitor cerâmico
- C_3 - 2,2 nF - capacitor cerâmico
- C_4 - 4,7 pF - cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

MICRO-ESPIÃO TTL

O alcance de alguns metros do transmissor da **figura 1**, serve mais para uma transmissão de som "via parede" usando como receptor um rádio de ondas curtas sintonizado entre 5 e 10 MHz. Como o circuito não tem uma sintonia perfeita e gera um sinal retangular, o que são sintonizadas são harmônicas que, na verdade, concentram pouca energia na emissão. O circuito deve ser alimentado com 5 V ou 4,5 V de 3 pilhas ligadas em série. A antena consiste em um pedaço de fio esticado de 40 a 80 cm de comprimento. O *trimmer* CV não é crítico e o microfone precisa ser obrigatoriamente de alta impedância.

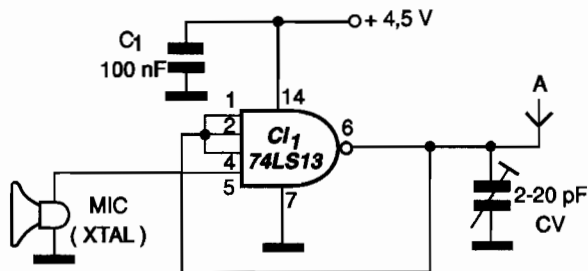


Figura 1

Na **figura 2** observamos a placa de circuito impresso para a montagem desse transmissor experimental.

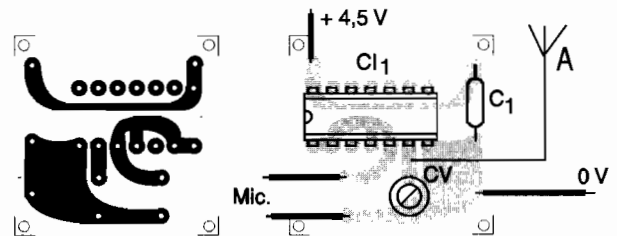


Figura 2

Lista de Material:

*CI*₁ - 74LS13 - circuito integrado TTL

MIC - Microfone de cristal

CV - trimmer de 2-20 pF

*C*₁ - 100 nF - capacitor cerâmico

A - antena - ver texto

Diversos: placa de circuito impresso, fios, 3 pilhas ligadas em série, solda, caixinha para montagem, etc.

INFORMAÇÃO

7413

Duas portas NAND disparadoras (*Schmitt Triggers*) de quatro entradas - TTL

Cada uma das portas desse CI pode ser usada de forma independente.

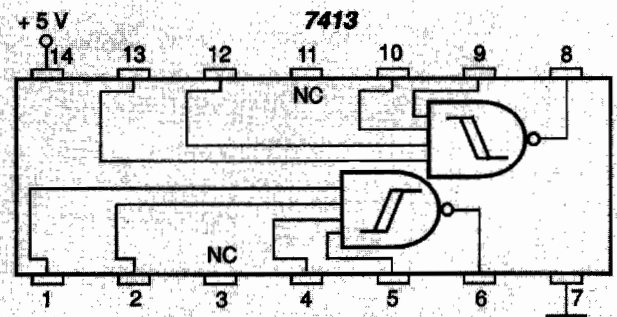
Características:

Tensão de alimentação: 5 V

Tempo de propagação: 15 ns (tip)

Corrente máxima de saída no nível alto: 0,8 mA

Corrente máxima drenada no nível baixo: 16 mA



FREIO DINÂMICO PARA MOTOR

Quando se interrompe a corrente que alimenta um motor, ele passa a girar livremente, apenas tendo sua rotação limitada pela carga Mecânica. Em aplicações que envolvam automatismos, Robótica ou mecatrônica pode ser necessário introduzir uma frenagem dinâmica. O circuito mostrado na **figura 1** faz justamente isso. Quando S_1 é aberta, a tensão inversa gerada pelo motor não passa pelo diodo, permitindo que R_1 polarize a base do transistor, que então conduz colocando em curto o motor, e com isso servindo como um freio dinâmico. A ação de frenagem depende da corrente que o transistor pode conduzir, a qual é limitada por R_1 . O circuito funciona com motores de até 1 A e o transistor deve ser dotado de um radiador de calor. O resistor R_2 deve ser de fio, se for usado.

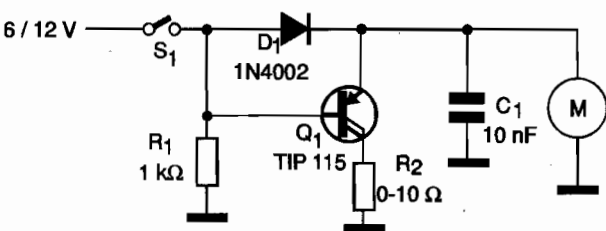
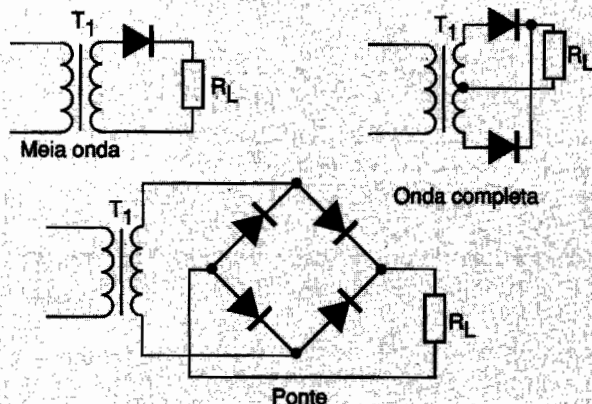


Figura 1

INFORMAÇÃO

Características de Retificadores

Na tabela abaixo, damos as características das três principais configurações usadas em fontes para a retificação. As configurações são exibidas na **figura 3**.



Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para a montagem desse freio.

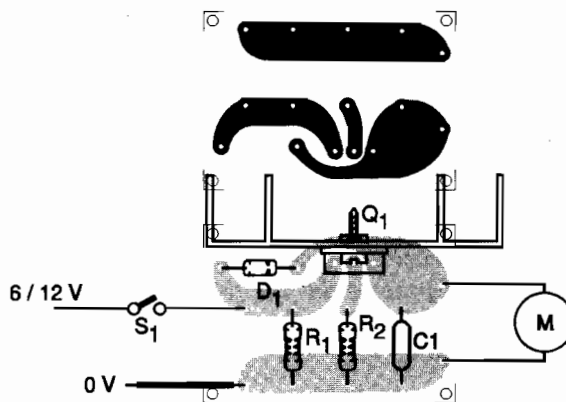


Figura 2

Lista de Material:

- Q_1 - TIP115 - Transistor Darlington de potência NPN
- D_1 - 1N4002 - diodo de silício
- R_1 - 1 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- R_2 - Resistor de fio de 0 a 10 Ω x 2 W
- S_1 - Interruptor simples
- C_1 - 10 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, motor de corrente contínua.

	Meia Onda	Onda Completa	Ponte	
Tensão inversa de pico nos diodos	3,14	3,14	1,57	Vdc
Corrente eficaz por diodo	1,57	0,786	0,786	Idc
Valor eficaz da tensão retificada	1,57	1,11	1,11	Vdc
Corrente média retificada por diodo	1	0,5	0,5	Idc
Potência aparente no secundário de T_1	3,49	1,75	1,23	Idc x Vdc
Queda de tensão nos diodos (CA)	-1,2	-1,2	-2,4	V
Taxa de ondulação	121%	48%	48%	-
Frequência de ondulação (rede de 60 Hz)	60	60	120	Hz

CONTROLE DE MOTOR DC

Na **figura 1** observamos um controle bilateral para um motor de corrente contínua. Com o potenciômetro na posição central, o motor está parado. Girando o potenciômetro em um sentido ou outro, temos a aceleração do motor no sentido horário e anti-horário. A fonte de alimentação deve ser simétrica e os

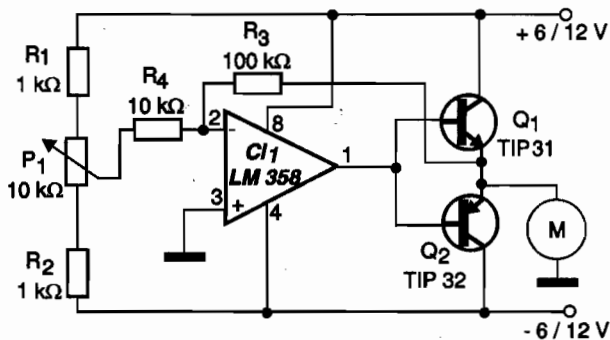
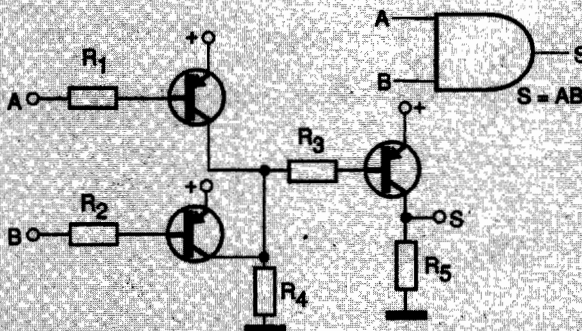


Figura 1

INFORMAÇÃO

Porta AND Básica

Na **figura 3** temos a configuração básica de uma porta NAND usando transistores. Os transistores podem ser BC548 com R_4 igual a 470Ω , R_1 , R_2 , R_3 de $1 \text{ k}\Omega$ e R_5 de 330Ω para uma alimentação de 5 V.



transistores indicados podem controlar motores de até 1 A de corrente. Os transistores devem ser montados em radiadores de calor. Amplificadores operacionais equivalentes ao LM358 podem ser usados. Até mesmo o 741 pode ser experimentado.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do controle.

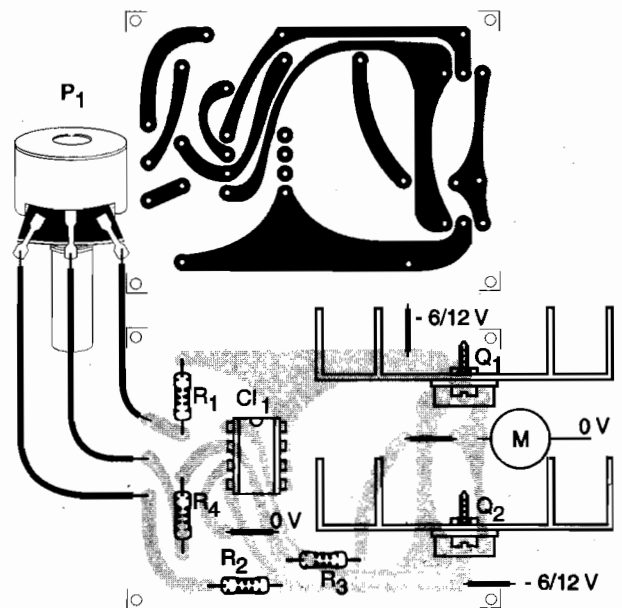


Figura 2

Lista de Material:

- CI_1 - LM358 - circuito integrado - amplificador operacional
- Q_1 - TIP31 - transistor NPN de potência
- Q_2 - TIP32 - transistor PNP de potência
- P_1 - $10 \text{ k}\Omega$ - potenciômetro
- R_1 , R_2 - $1 \text{ k}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistores - marrom, preto, vermelho
- R_3 - $100 \text{ k}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistor - marrom, preto, amarelo
- M - motor até 1 A
- Diversos: placa de circuito impresso, radiadores de calor, botão para o potenciômetro, fios, solda, etc.

TRANSMISSOR DE LOCALIZAÇÃO

O microtransmissor da **figura 1** é alimentado por uma pilha botão e pode ser escondido dentro de objetos. Pelo sinal emitido, o objeto pode ser encontrado, utilizando-se como receptor um rádio comum de FM. O alcance pode chegar a uns 10 metros e a antena consiste em um pedaço de fio de 20 a 30 cm. O objeto em que o transmissor for instalado não pode ser de metal. L_1 é constituída por 4 espiras de fio de 18 a 22 em forma de 1 cm sem núcleo. CV ajusta a frequência de operação para um ponto livre da faixa de FM. O LED pisca acompanhando os pulsos de sinal emitidos. Os capacitores C_2 e C_3 devem ser obrigatoriamente cerâmicos.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso que pode ser bastante reduzida,

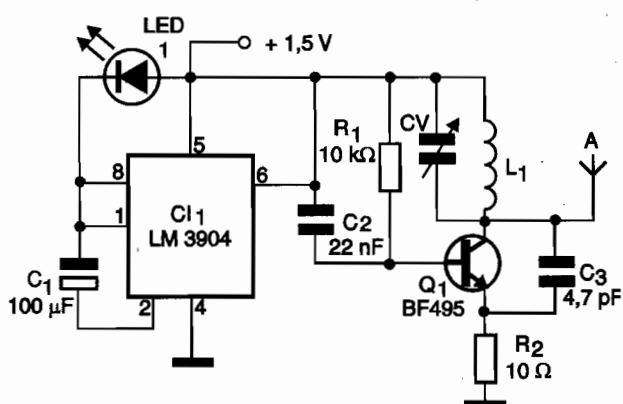


Figura 1

Lista de Material:

- CI_1 - LM3904 - circuito integrado
- Q_1 - BF494 ou equivalente - transistor NPN de RF
- LED - LED vermelho comum
- L_1 - Bobina - ver texto
- CV - 2-20 a 2-40 pF - trimmer
- A - antena - ver texto
- R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_2 - 10 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, preto
- C_1 - 100 µF x 3 V - capacitor eletrolítico
- C_2 - 22 nF - capacitor cerâmico
- C_3 - 4,7 pF - capacitor cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

se forem usados componentes para montagem em superfície.

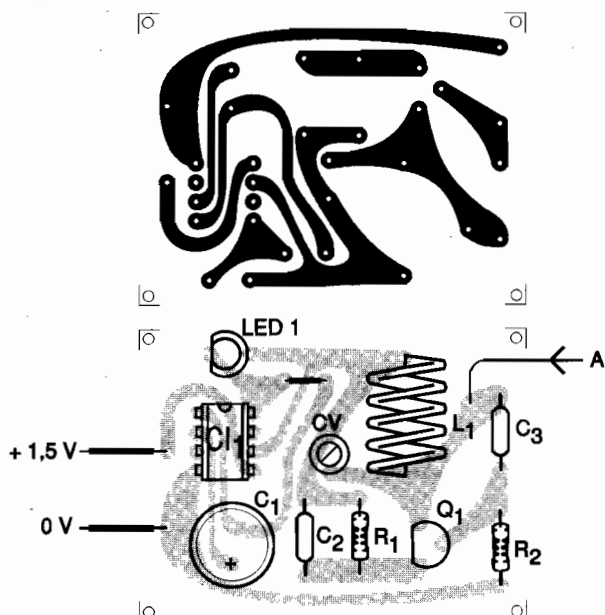


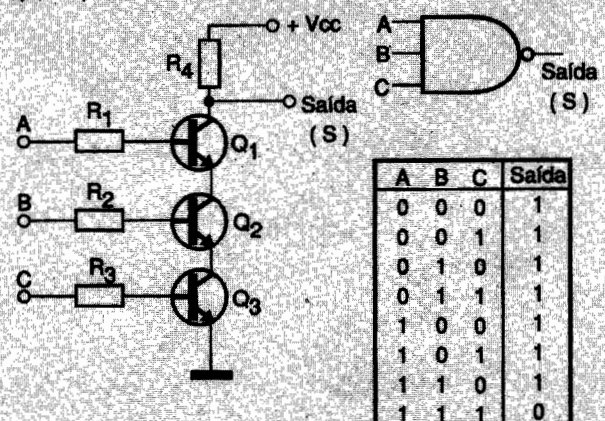
Figura 2

INFORMAÇÃO

Porta NAND de 3 Entradas com Transistores

Na **figura 3** apresentamos o circuito equivalente com transistores de uma porta NAND de 3 entradas assim como seu símbolo e tabela verdade.

Para uma simulação prática, os resistores de R_1 , R_3 podem ser de 10 kΩ e R_4 de 470 Ω com alimentação de 5 V. No entanto, nesse circuito, as impedâncias das três entradas não serão iguais. A porta A precisa de maior tensão para operação do que a porta C.



OSCILADOR LM339

O circuito oscilador mostrado na **figura 1** pode gerar um sinal retangular de até algumas centenas de quilohertz. A frequência do sinal, que no exemplo é de 100 kHz, é dada pelo capacitor C_1 . A fonte de alimentação deve ser simétrica na faixa de 3 a 9 V.

Como o circuito integrado LM339 possui quatro comparadores iguais e qualquer um pode ser usado nesse oscilador, não damos a disposição dos componentes numa placa de circuito impresso.

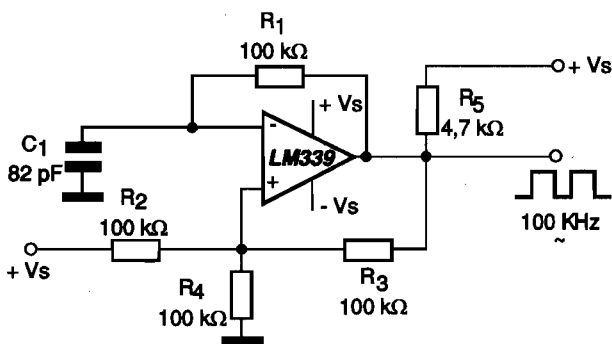


Figura 1

Lista de Material:

- CI_1 - LM339 - circuito integrado
- R_1, R_2, R_3, R_4 - 100 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
- R_5 - 4,7 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- C_1 - 82 pF - capacitor cerâmico - ver texto
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, fonte de alimentação simétrica, etc.

Fontes Simétricas

Na **figura 3 (a)** temos uma fonte simétrica de 9 V estabilizada por diodo zener e com pequena capacidade de corrente de saída (aproximadamente 100 mA). A segunda fonte, ilustrada em **(b)** tem uma capacidade maior de saída, podendo chegar aos 500 mA e emprega, além dos diodos zener como referência, transistores que devem ser dotados de radiadores de calor. No primeiro caso, a corrente de secundário do transformador é de 50 a 200 mA e no segundo, de 300 a 500 mA.

INFORMAÇÃO

Eletrolíticos Despolarizados

Podemos obter capacitores eletrolíticos despolarizados de duas formas, que são mostradas na **figura abaixo**. Em **(a)** obtemos uma capacitância equivalente à metade dos capacitores associados e em **(b)** conseguimos uma capacitância equivalente a dos capacitores associados.

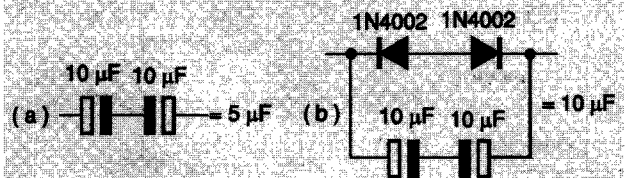


Figura 2

INFORMAÇÃO

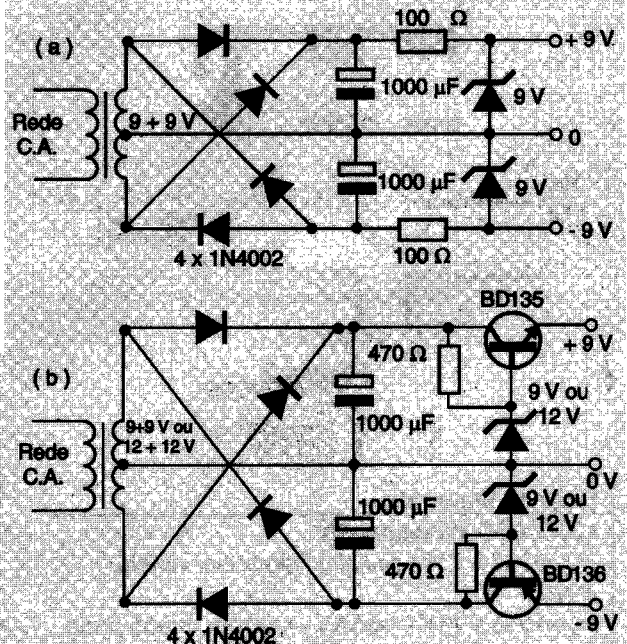


Figura 3

LINK ÓPTICO INFRAVERMELHO

O circuito exibido na **figura 1** pode ser usado para transmitir sinais de áudio ou ainda dados através de um feixe de infravermelhos. A modulação é feita em torno de um certo valor de emissão, uma vez que o LED infravermelho permanece com uma corrente média de acionamento dada pelo valor de R_1 . Esse resistor deve ser selecionado de acordo com a capacidade de corrente do LED infravermelho usado e com a tensão de alimentação de B_1 .

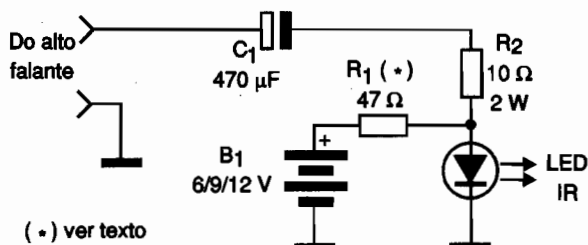


Figura 1

Na **figura 2** observamos uma placa de circuito impresso para a montagem do *link*. Maior alcance e diretividade podem ser obtidos com o uso de recursos ópticos para o LED.

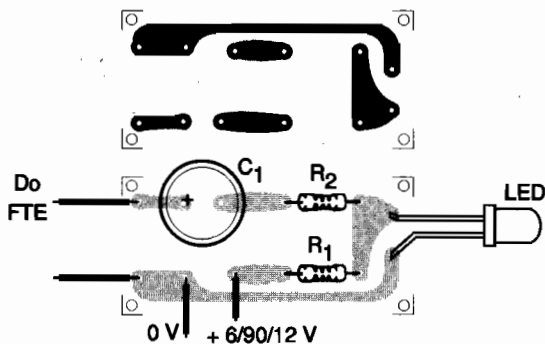


Figura 2

Lista de Material:

- LED - LED infravermelho
- R_1 - 47 Ω x 1 W - resistor - amarelo, violeta, preto
- R_2 - 10 Ω x 1 W - resistor - marrom, preto, preto
- C_1 - 470 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
- B_1 - 6/9/12 V - pilhas, bateria ou fonte
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

PRÉ-AMPLIFICADOR PARA ELETRETO

Na **figura 1** temos uma etapa pré-amplificadora indicada para operação com microfones de eletreto, aumentando assim sua sensibilidade. O circuito, de consumo muito baixo, pode ser alimentado com tensões de 3 a 9 V de pilhas, bateria ou fonte. Se for empregada fonte, deve ter excelente filtragem e desacoplamento para que sejam evitados roncos. O transistor recomendado é de baixo ruído e a polaridade do eletreto deve ser observada. Dependendo do modelo de eletreto, R_1 pode precisar de alterações na faixa de 1 k Ω a 10 k Ω para se obter maior sensibilidade. R_2 também pode ser alterado para modificar o ganho e eventualmente corrigir distorções.

Na **figura 2** oferecemos uma sugestão de placa de

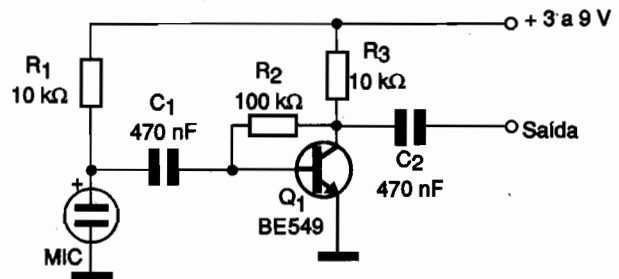


Figura 1

circuito impresso para a montagem desse pré-amplificador.

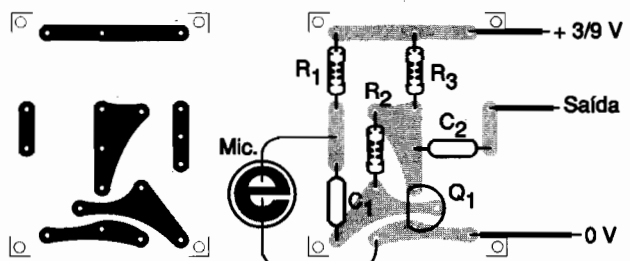


Figura 2

Lista de Material:

- Q_1 - BC549 (ou 2SC1570) - transistor NPN de baixo ruído
- MIC - Microfone de eletreto de dois terminais
- R_1, R_3 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_2 - 100 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
- C_1, C_2 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fio blindado para saída, solda, etc.

TRANSMISSOR DE BIPS TTL

O pequeno transmissor experimental de curto alcance da **figura 1**, transmite *bips* que podem ser captados em rádios de ondas médias e curtas em distâncias que chegam a alguns metros. Como o sinal gerado é retangular, rico em harmônicas, o ajuste da frequência em CV apenas centraliza as harmônicas mais fortes nas frequências em que o sinal pode ser captado. Os *bips* têm suas frequências dadas por C_2 e R_2 e a intermitência dada por R_1 e C_1 . A antena pode ser um pedaço de fio de alguns centímetros até mais de 3 metros. O capacitor C_4 deve ser cerâmico e a alimentação deve ser feita com 5 V. A faixa de frequências em que o sinal pode ser captado está entre 500 kHz a 10 MHz.

Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para a montagem do transmissor.

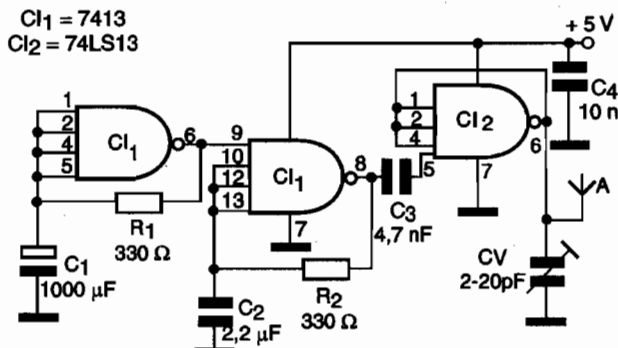


Figura 1

Lista de Material:

CI_1, CI_2 - 7413 ou 74LS13 - circuitos integrados TTL

R_1, R_2 - 330 Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, marrom

C_1 - 1000 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico

C_2 - 2,2 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico

C_3 - 4,7 nF - capacitor cerâmico

C_4 - 10 nF - capacitor cerâmico

CV - 2-20 pF ou próximo disso - trimmer

A - antena - ver texto

Diversos: placa de circuito impresso, caixa para montagem fios, solda, fonte de alimentação (3 pilhas ou 5 V), etc.

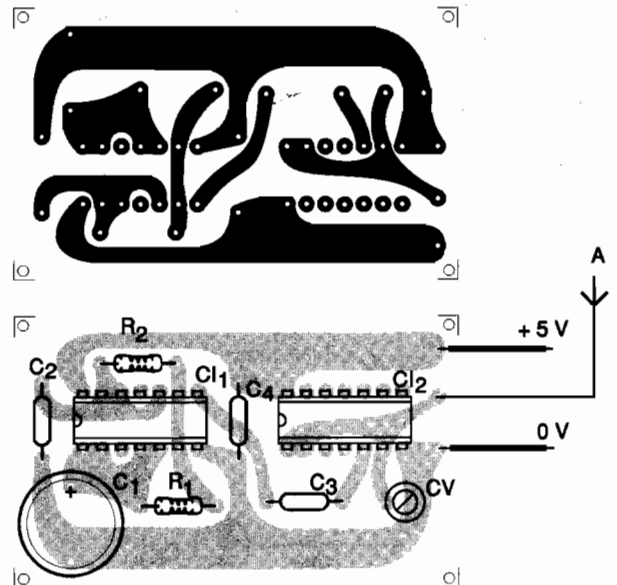


Figura 2

INFORMAÇÃO

2SC1570

Transistor NPN de muito baixo ruído

Características:

V_{ce0} : 50 V

V_{cbo} : 55 V

I_c : 100 mA

P_c : 200 mW

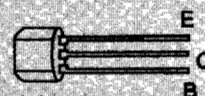
f_T : 100 MHz

Ganho: 160 - 960

Ganho conforme sufixo: F - 160/320

G - 280/560

H - 480/960



FOTODISPARADOR DARLINGTON

O fotodisparador da **figura 1** é muito sensível e pode controlar relés ou cargas com até 500 mA de corrente de acionamento. O circuito inclui ainda uma chave de rearme que possibilita o desligamento rápido do relé, mesmo quando o fototransistor se encontra iluminado. A sensibilidade do circuito pode ser alterada, assim como sua diretividade, com o uso de recursos ópticos tais como lente convergente, tubo

opaco, filtro polarizador, etc. A tensão de alimentação é de 12 V, definida pela bobina do relé empregado. O capacitor C determina a inércia na resposta de pulsos rápidos e pode ter valores entre 1 nF e 1 µF. Observe que o uso do transistor PNP exige que a alimentação seja feita a partir de uma fonte negativa.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso que prevê o uso de um relé com base *Dual In Line*. Para outros tipos de relé o desenho da placa deve ser alterado. O transistor não precisa de radiador de calor, a não ser que a corrente da carga que substitui o relé seja maior do que 200 mA.

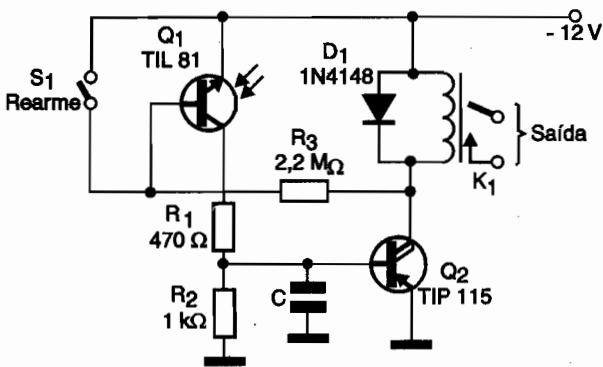


Figura 1

Lista de Material:

- Q₁ - TIL878 ou qualquer outro fototransistor sensível
- Q₂ - TIP115 - Transistor PNP
- D₁ - 1N4148 - diodo de uso geral
- S₁ - Interruptor simples
- K₁ - Relé de 12 V até 500 mA de bobina
- R₁ - 470 Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, marrom
- R₂ - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- C - capacitor - ver texto
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

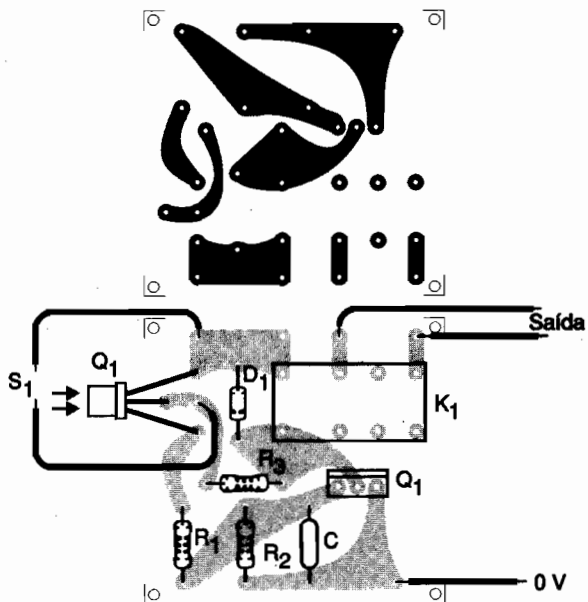


Figura 2

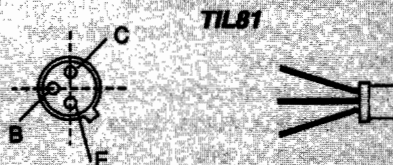
INFORMAÇÃO

TIL81

Fototransistor de uso geral NPN de alta sensibilidade

Características:
 V_{cb} (máx): 50 V
 V_{ce} (máx): 30 V
 I_c (máx): 50 mA

P_c (máx): 250 mW
 Corrente no escuro: 20 µA (tip)
 Corrente no claro: 22 mA (tip)



SEQÜENCIADOR COM O 4013 - CMOS

Um seqüenciador simples pode ser feito com base nos *flip-flops* contidos no circuito integrado 4013. A maneira como os esses são ligados é mostrada na **figura 1**. O pino 14 de cada CI recebe a alimentação positiva e o 7 é o terra. Cada 4013 possui dois *flip-flops*.

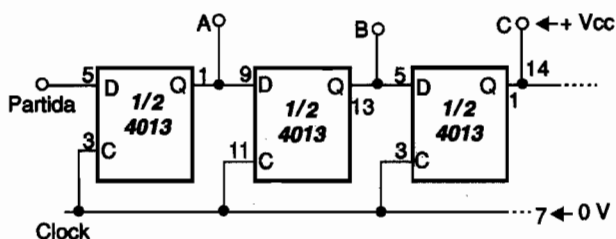


Figura 1

Na **figura 2** exibimos as formas de onda obtidas com a aplicação dos pulsos de *clock*.

Não fornecemos a placa de circuito impresso, pois ela dependerá da quantidade de etapas usadas e não há necessidade de nenhum componente adicional além dos CIs. A alimentação pode ser feita com tensões entre 3 e 15 V e a freqüência máxima do sinal de *clock* está em torno de 4 MHz para uma alimentação de 5 V

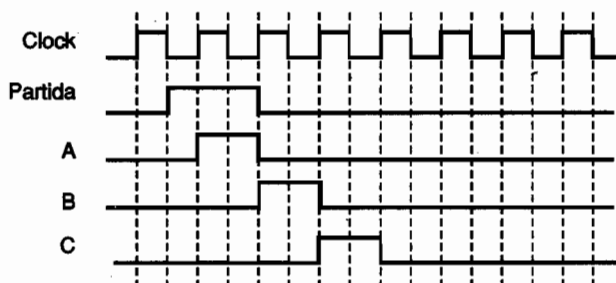


Figura 2

INTERFACE DE AQUISIÇÃO DE DADOS ISOLADA

Níveis lógicos obtidos de saídas CMOS, TTL ou outros circuitos podem ser lidos pela porta paralela do PC com a ajuda do circuito ilustrado na **figura 1**. O resistor R depende da lógica empregada na entrada. Podemos usar resistores de 330 Ω para lógica TTL.

Para CMOS, o resistor terá 470 Ω se a alimentação for de 6 V, e 1 k Ω se a alimentação for de 12 V.

A alimentação de 5 V deve ser retirada da própria porta paralela ou de fonte que tenha terra comum com essa porta. A tensão de isolamento do 4N25 é de 7000 V.

Na **figura 2** é mostrada a placa de circuito

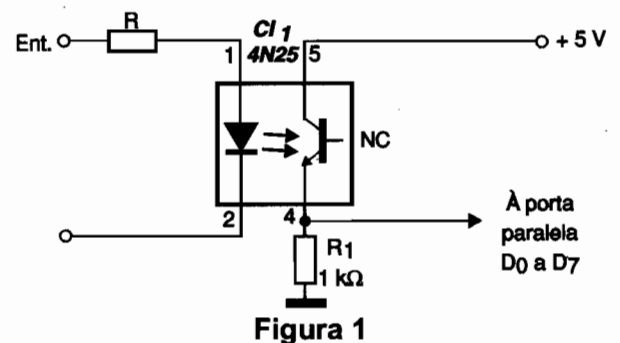


Figura 1

impresso para implementação dessa interface.

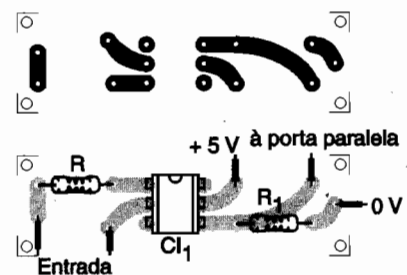


Figura 2

Lista de Material:

CI₁ - 4N25 - acoplador óptico

R - resistor conforme lógica - ver texto

R₁ - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho

Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação de 5 V, fios, solda, etc.

RELÉ MONOESTÁVEL

Um pulso positivo aplicado à entrada do circuito da **figura 1** faz com que relé seja energizado por um intervalo de tempo que depende de C_1 e do ajuste de P_1 . Capacitores na faixa de $1 \mu\text{F}$ a $1000 \mu\text{F}$ podem ser utilizados. Com o valor máximo, tempos de dezenas de minutos podem ser conseguidos. O relé pode ser

de 6 ou 12 V com uma corrente máxima de bobina de 50 mA.

Na **figura 2** damos a placa de circuito impresso, observando-se que o relé utilizado tem base DIL. Se outro tipo de relé for usado, a placa de circuito impresso deverá ser alterada.

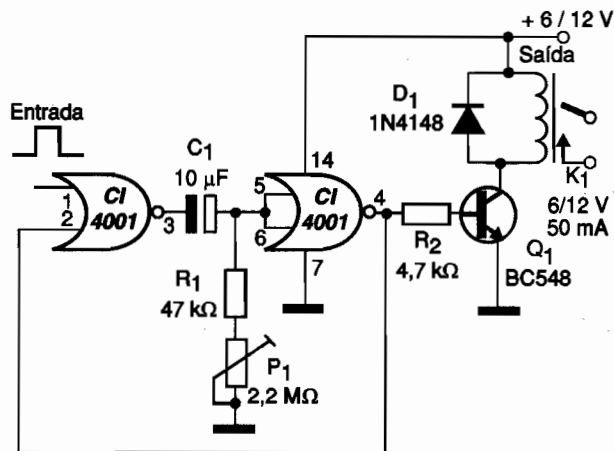


Figura 1

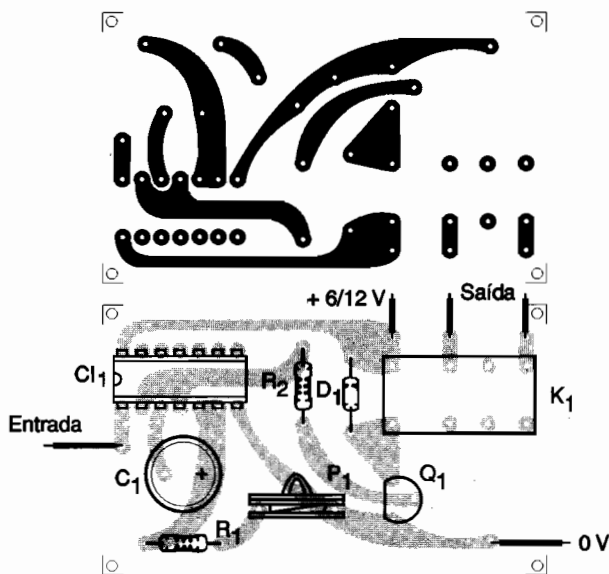


Figura 2

INFORMAÇÃO

BF167

Transistor NPN de RF para aplicações em VHF

Características:

V_{ce0} (máx): 30 V

I_c (máx): 25 mA

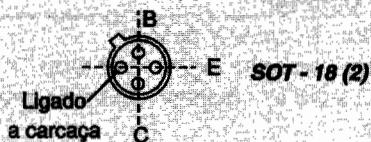
P_{tot} (máx): 130 mW

h_{FE} ($I_c = 4 \text{ mA}$): 26

f_T : 350 MHz

f_{tip} a 35 MHz: 3 dB

BF167



Lista de Material:

- CI_1 - 4001 - circuito integrado CMOS
- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- K_1 - Relé de 6 ou 12 V x 50 mA
- P_1 - 2,2 MΩ - trimpot
- R_1 - 47 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
- R_2 - 4,7 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- C_1 - 10 µF x 12 V - capacitor eletrolítico - ver texto
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, fonte de 6 ou 12 V, etc.

PRÉ-AMPLIFICADOR PLAYBACK PARA FITA

Se o leitor tiver um gravador de fitas antigo ou um mecanismo de fita cassete e deseja recuperar suas fitas passando-as para CDs ou outros meios de armazenamento, precisará de um circuito equalizador apropriado. Esse circuito faz a equalização NAB que devolve os níveis originais das diversas frequências gravadas de modo a termos no CD ou outro meio

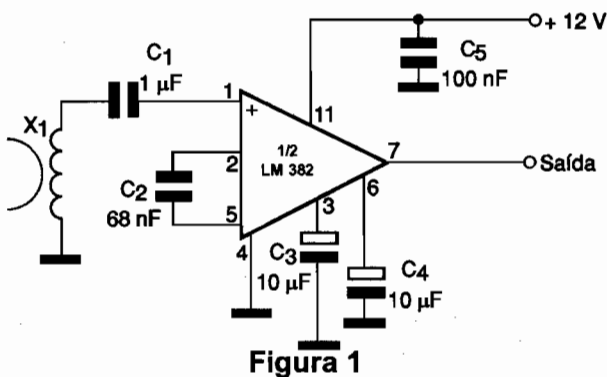


Figura 1

INFORMAÇÃO

MOC3061

Optodisparador com Detector de Passagem por Zero (Zero Crossing Detector) e TRIAC.

Características:

LED - V_r : 5 V

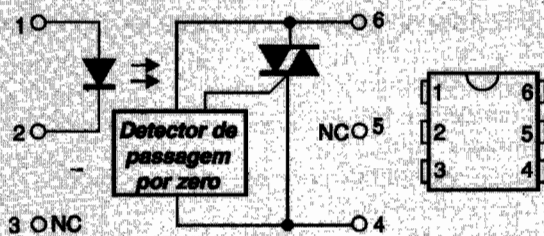
I_f : 60 mA

Driver - I_{TSM} : 1 A

P_d : 150 mW

Isolamento:

Viso: 7 000 V



uma reprodução fiel. A alimentação deve ser feita com 12 V e na figura temos apenas um dos canais. Na parte referente às informações temos a pinagem do CI LM382 para elaboração dos dois canais. Se for utilizada fonte, ela deve ser muito bem desacoplada com excelente filtragem dada a sensibilidade do circuito à captação de zumbidos. A montagem em caixa blindada é altamente recomendada.

Na figura 2 temos a placa de circuito impresso para os dois canais. O fio de entrada deve ser blindado para que não ocorra a captação de zumbidos.

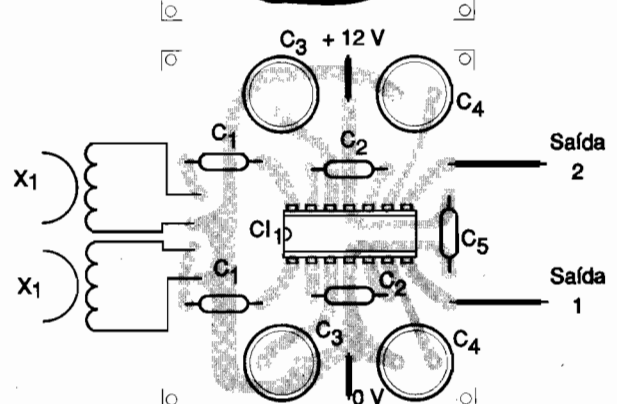
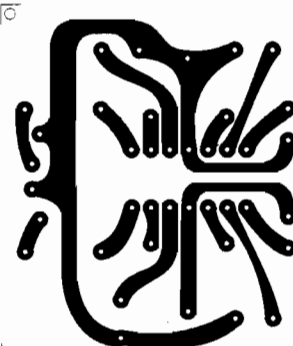


Figura 2

Lista de Material: (um canal)

CI₁ - LM382 - circuito integrado

X₁ - Cabeça de leitura do gravador

C₁ - 1 µF - capacitor de poliéster

C₂ - 68 nF - capacitor cerâmico

C₃, C₄ - 10 µF x 12 V - capacitores eletrolíticos

C₅ - 100 nF - capacitor cerâmico

Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação de 12 V, caixa para montagem, fios, solda, etc.

GERADOR DE RUÍDO

Para gerar ruído branco, o circuito da **figura 1** aproveita o ruído térmico da junção base/emissor de um transistor de uso geral (o emissor permanece desconectado). O ruído é amplificado por Q_2 e pode ser aplicado ao circuito externo. Lembramos que um ruído branco se caracteriza por ter intensidade constante numa determinada faixa do espectro considerada. O circuito deve ser alimentado com tensões entre 12 e 15 V e tem um consumo muito baixo.

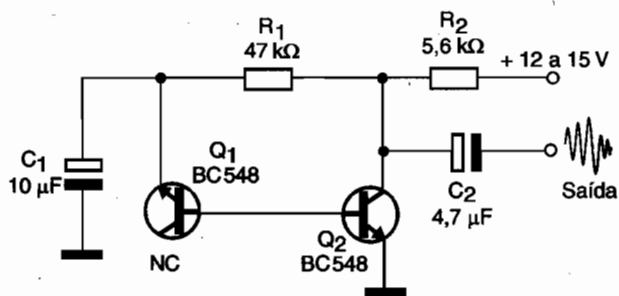


Figura 1

Na **figura 2** temos a sugestão de placa de circuito impresso para montagem do gerador. Sua saída deve ser ligada, através de cabo blindado, à entrada de um bom amplificador.

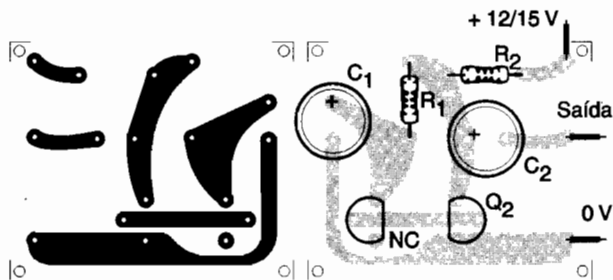


Figura 2

Lista de Material:

Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
 R_1 - 47 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
 R_2 - 5,6 k Ω x 1/8 W - resistor - verde, azul, vermelho
 C_1 - 10 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico
 C_2 - 4,7 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
 Diversos: placa de circuito impresso, cabo blindado, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

TLC555M/TLC555C

Timer LinMOS, equivalente ao bipolar 555 comum.

Este CI pode ser usado nas mesmas aplicações que o 555 convencional com a diferença que apresenta menor consumo e pode alcançar frequências mais elevadas na configuração astável.

Características:

Corrente de alimentação: 360 μ A (15 V), 170 μ A (5 V)
 Tensão máxima de alimentação: 18 V
 Dissipação total máxima: 600 mW
 Corrente de disparo (tip): 10 pA
 Frequência máxima na configuração astável: 2,1 MHz
 Corrente máxima de saída no nível alto: 10 mA
 Corrente máxima de saída no nível baixo: 100 mA
 Impedância de entrada (tip): $10^{12} \Omega$



INFORMAÇÃO

2N3993

Transistor de efeito de campo de junção - Canal P (JFET)

Características:

$R_{ds(on)}$: 150 Ω
 V_{gs} (máx): 25 V
 I_{dss} (máx): 10 mA
 C_{iss} : 16 pF

ETAPA CONTADORA TTL

Na **figura 1** mostramos uma etapa contadora de 0 a 9 usando circuitos integrados TTL e um *display* de anodo comum. Essa etapa pode servir de base para um contador com diversos dígitos, bastando efetuar seu cascadeamento, ou seja, ligação em seqüência. Para isso, empregando essa etapa como unidades, fazemos uma igual para as dezenas. Ligamos, então, a saída às dezenas ao pino 14 da etapa seguinte. O mesmo vale para um contador até 999 e assim por diante. A alimentação deve ser feita com 5 V e a frequência máxima de contagem com circuitos integrados TTL convencionais está em torno de 25 MHz. Colocando o pino M no nível alto, o CI memoriza a contagem.

Não damos a placa de circuito impresso, pois ela depende do número de etapas que irá ter o contador e também do tipo (tamanho) de *display* que será usado no projeto.

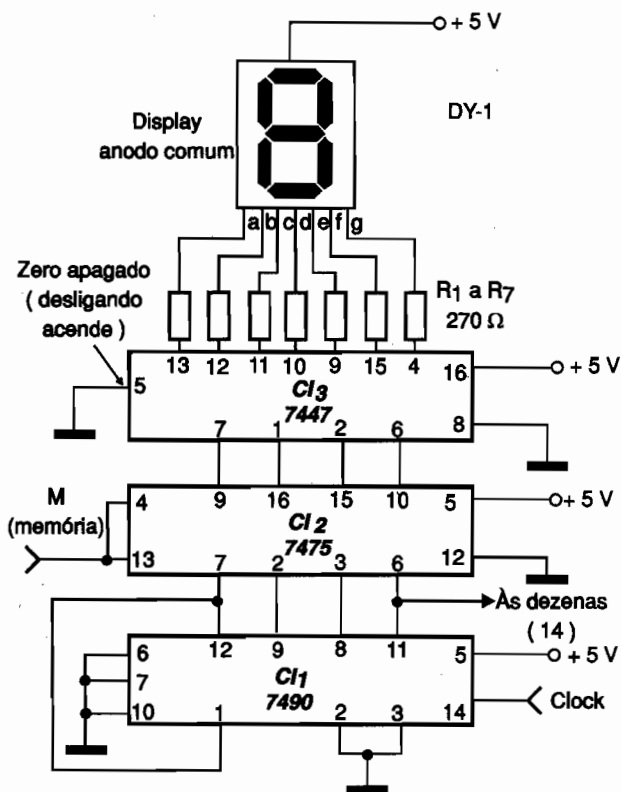


Figura 1

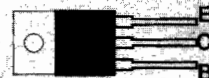
Lista de Material:

CI₁ - 7490 - circuito integrado TTL
 CI₂ - 7475 - circuito integrado TTL
 CI₃ - 7447 - circuito integrado TTL
 DY₁ - Display de 7 segmentos de anodo comum
 R₁ a R₇ - 270 Ω x 1/8 W - resistores - vermelho, violeta, marrom
 Diversos: placa de circuito impresso, fonte de 5 V, etc.

INFORMAÇÃO

MJ13006

Transistor NPN de alta potência.



MJ13006
NPN - alta potência

Características:

V_{ceo} (máx): 300 V
 I_c (máx): 8 A
 h_{FE} (I_c = 5 A): 5-30
 f_T: 4 MHz
 P_d (máx): 80 W

MPSU02 (NPN)/MPSU52 (PNP)

Transistores de média potência para uso geral em áudio e comutação



MPSU02(NPN); MPSU52 PNP

Características:

V_{ceo} (máx): 40 V
 I_c (máx): 800 mA
 h_{FE} (I_c = 500 mA): 30 (min)
 f_T: 150 MHz
 P_d (máx): 10 W

CHAVE DE TOQUE COM FET

Tocando no sensor X_1 o transistor conduz e com sua saída apresentando um sinal que pode ser usado para controlar diversos tipos de dispositivos. A saída desse circuito pode excitar portas CMOS. A alimentação é feita com tensões entre 6 e 12 V e podem ser usados transistores equivalentes ao indicado. O circuito tem ação por campo elétrico, sendo portanto sensível a cargas em excesso que podem causar a queima do transistor. O fio de conexão ao sensor também deve ser curto. O circuito não deve ser alimentado com fonte sem transformador. O sensor pode ser uma pequena placa de metal.

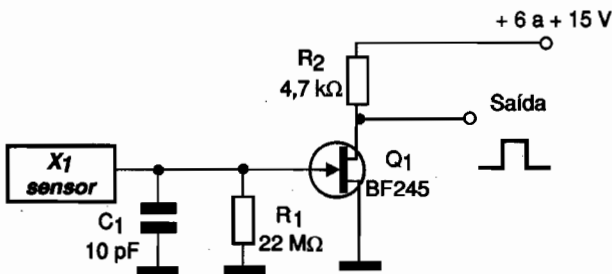


Figura 1

Na figura 2 damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse sensor.

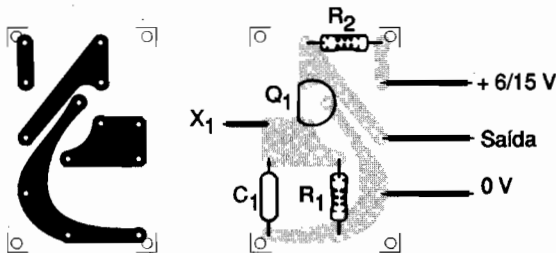


Figura 2

Lista de Material:

- Q_1 - BF245 - transistor de efeito de campo de junção (JFET)
- X_1 - Sensor - ver texto
- R_1 - 22 MΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, verde
- R_2 - 4,7 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- C_1 - 10 pF - capacitor cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

MPSU10 (NPN)/MPSU60 (PNP)

Transistores de média potência de alta tensão para áudio, controle e comutação.

Características:

- V_{ce0} (máx) : 300 V
- I_c (máx) : 500 mA
- h_{FE} (min) : 30
- f_T : 60 MHz
- P_d (máx) : 10 W



MPSU10(NPN); MPSU60PNP)

INFORMAÇÃO

MTP12P10/MTP8P08

MOSFETs de Potência de Canal P

Características:

- V_{dss} : 12P10 - 100 V
8P08 - 80 V
- I_d : 12P10 - 10 A
8P08 - 8 A
- r_{ds} : 12P10 - 0,3 ohm
8P08 - 0,4 ohm
- P_d (máx) : 75 W



MTP12P10/MTP8P08
Canal P - MOSFET

LINK DE DADOS POR INFRAVERMELHO

O circuito mostrado na **figura 1** serve para a transmissão de dados numa velocidade máxima de 1200 baud. Os pulsos enviados podem ser obtidos diretamente de saídas TTL ou CMOS e o alcance depende apenas da sensibilidade do receptor e eventualmente do recursos ópticos adicionais como lentes e tubos opacos. O LED pode ser de qualquer tipo infravermelho e a alimentação de 5 V pode ser obtida do circuito digital que fornece os dados. Nesse circuito, o LED emite quando a saída vai ao nível baixo, o que quer dizer que temos a emissão de pulsos "invertidos".

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a implementação desse link de dados.

Lista de Material

- Q_1 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
- D_1 a D_3 - 1N4148 ou equivalentes - diodos de uso geral
- LED - LED infravermelho comum
- R_1 - 4,7 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R_2 - 39 Ω x 1/8 W - resistor - laranja, branco, preto
- R_3 - 680 Ω x 1/8 W - resistor - azul, cinza, marrom
- Diversos: placa de circuito impresso, conector para os dados, recursos ópticos para o LED, fios, solda, etc.

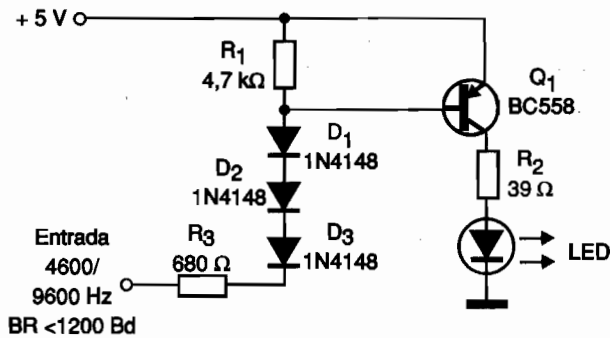


Figura 1

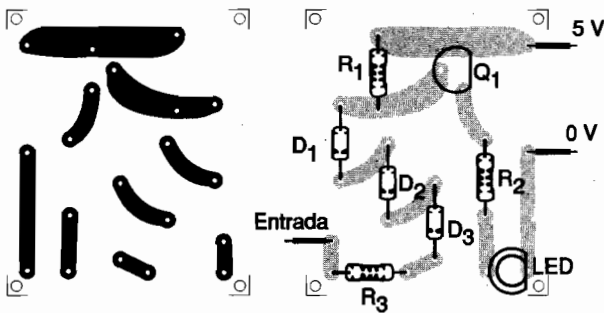


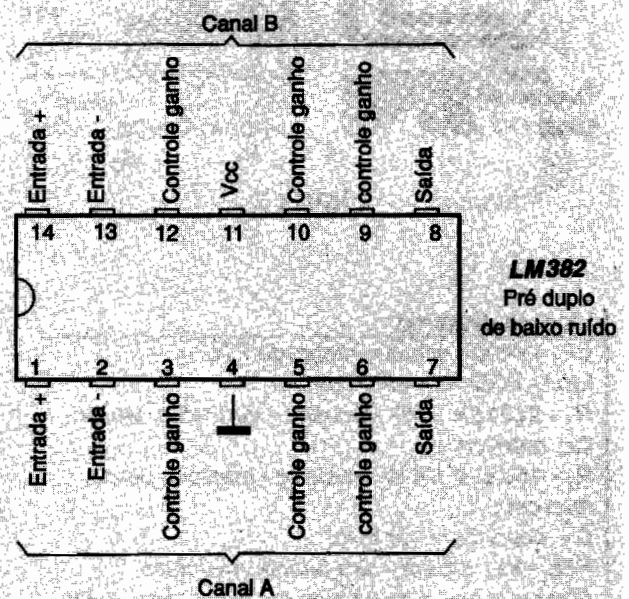
Figura 2

Características:
 Ganho: 100 dB
 Ruído : 0,8 μ V
 Alimentação : 9 a 40 V
 Faixa passante: 15 MHz
 Impedância de saída: 150 Ω

INFORMAÇÃO

LM382

Circuito integrado de duplo pré-amplificador de baixo ruído



OSCILADOR ÁUDIO-VISUAL TTL

O oscilador mostrado na **figura 1**, ao mesmo tempo que gera pulsos intervalados ou tons de áudio num alto-falante, aciona um LED, podendo tanto fazê-lo piscar como permanecer aceso, dependendo da frequência do circuito. Para tons de áudio C deve ter valores entre 100 nF e 470 nF. Para pulsos, deve ter valores acima de 10 uF. O circuito é TTL e, portanto, deve ser alimentado com uma tensão de 5 V. O LED pode ser de qualquer cor e o alto-falante é do tipo miniatura com 5 cm ou menor.

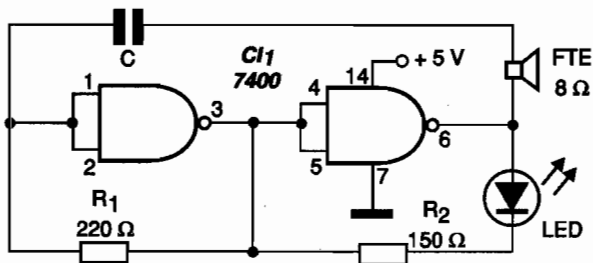


Figura 1

Na **figura 2** damos uma placa de circuito impresso para a montagem desse oscilador.

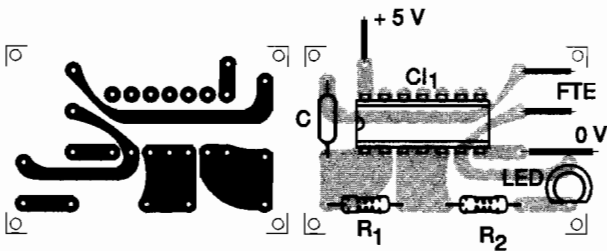


Figura 2

Lista de Material:

- CI₁ - 7400 - circuito integrado TTL
- LED - LED vermelho comum
- R₁ - 220 Ω x 1/8W - resistor - vermelho, vermelho, marrom
- R₂ - 150 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, verde, marrom
- C - capacitor - ver texto
- FTE - 8 Ω x 5 cm - alto-falante miniatura
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

MJE13004/MJE13005

Transistores de potência NPN para alta tensão

Características:

V_{ce} (máx) : MJE13004 - 300 V

MJE13005 - 400 V

I_c (máx) : 4 A

h_{FE} : 8-30

f_T : 4 MHz



INFORMAÇÃO

NE531

Amplificador operacional

Características:

Tensão máxima de alimentação: 22 - 0 - 22 V

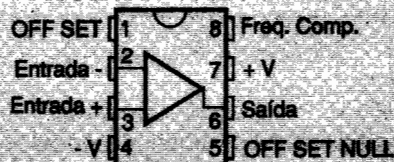
Dissipação máxima: 300 mW

Resistência de entrada: 20 M Ω

CMMR (tip) : 100 dB

Ganho de tensão (tip) : 60 V/mV

Excursão máxima da tensão de saída: 13 - 0 - 13 V



MONOESTÁVEL TTL

No circuito da **figura 1**, quando S_1 é pressionado por um momento, a saída (pino 1) vai ao nível baixo por um intervalo de tempo da ordem de 150 μ s. Esse tempo é dado por C_1 que pode ser alterado numa ampla faixa de valores. Como o circuito é TTL, a alimentação deve ser feita com uma tensão de 5 V. Dependendo do tempo desejado e da intensidade do sinal de saída, podem ser usados TTL standard ou LS. O interruptor S_1 de disparo pode ser substituídos por sensores, como por exemplo, reed switches ou contactos de pêndulo.

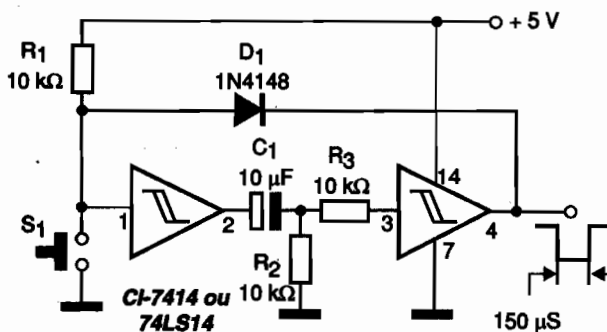


Figura 1

Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para o circuito que aproveita apenas dois dos inversores disparadores disponíveis no circuito integrado 7414. Os outros inversores podem ser usados com outras finalidades.

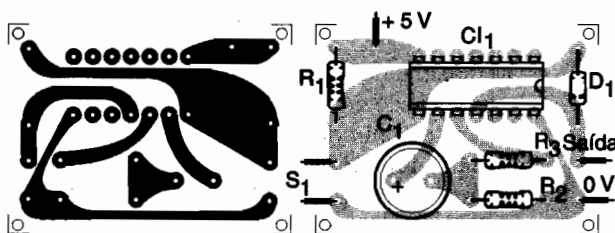


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - 7414 ou 74LS14 - Circuito integrado TTL
 D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
 R_1, R_2, R_3 - 10 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
 C_1 - 10 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico
 S_1 - interruptor de pressão NA ou sensor
 Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação de 5 V,

INFORMAÇÃO

BD333

Transistor NPN Darlington de potência - usado em amplificadores até 35 W de saída - complementar: BD334.

Características:

V_{ce0} : 80 V

I_c : 6 A

P_{tot} (25 °C): 60 W

h_{fe} ($I_c = 3$ A) : >750

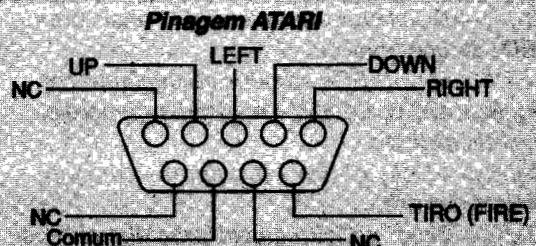
f_T : 7 MHz



INFORMAÇÃO

Pinagem do Conector ATARI

Joysticks do Atari podem ser usados em outras aplicações como, por exemplo, no controle de braços mecatrônicos, robôs e até automatismos. A pinagem exibida na **figura 3** pode ser importante para implementação de um projeto que faça uso desse dispositivo.



MULTIVIBRADOR PISCA-PISCA COM TRANSISTORES

O tempo de condução de cada transistor, no circuito da **figura 1** e, portanto, de acendimento de cada LED, é dada pela constante de tempo do resistor e do capacitor ligado à base. Assim, podemos alterar tanto C_1 como C_2 para mudar o ciclo ativo do circuito e sua frequência. O circuito pode ser alimentado com tensões de 6 a 12 V e tem finalidades tanto didáticas como práticas. Na prática, ele pode ser usado em sinalização, jogos, efeitos de luz, etc.

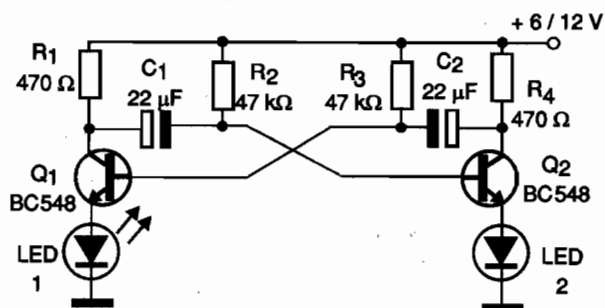


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para implementação desse circuito observando-se que é importante seguir a polaridade dos LEDs.

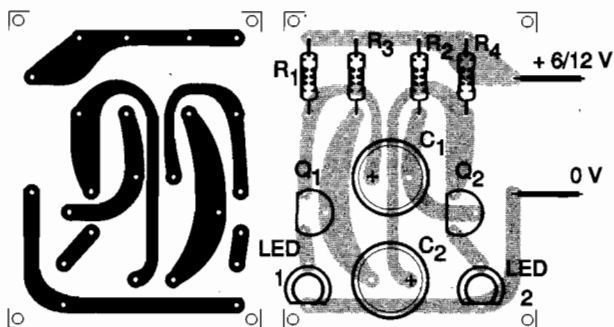


Figura 2

Lista de Material:

Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalentes - transistores NPN de uso geral
 LED1, LED2 - LEDs comuns de qualquer cor
 R_1, R_4 - 470 Ω x 1/8 W - resistores - amarelo, violeta, marrom
 R_2, R_3 - 47 k Ω x 1/8 W - resistores - amarelo, violeta, laranja
 C_1, C_2 - 22 μ F x 12 V - capacitores eletrolíticos
 Diversos: placa de circuito impresso, alimentação por pilhas ou bateria, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

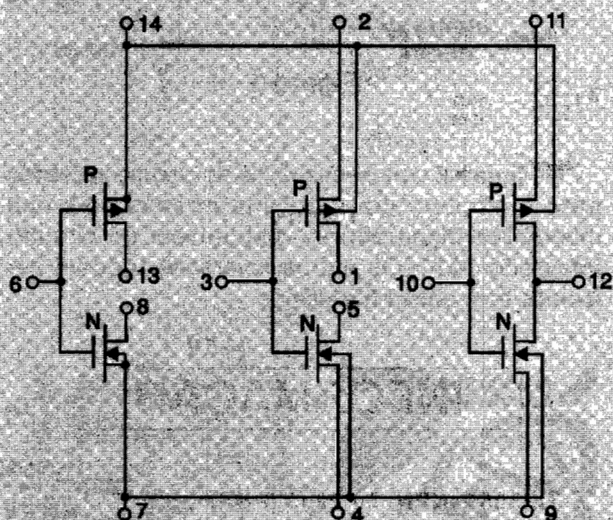
4007

Na **figura 3** temos o circuito equivalente e a pinagem do 4007 que consiste em 6 buffers inversores CMOS. Os transistores dessa configuração podem ser usados em diversos tipos de aplicações, inclusive na amplificação linear de sinais.

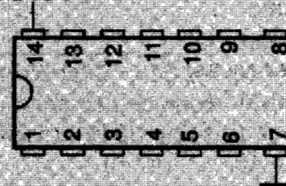
Características:

Tempo de propagação: 20 ns (10 V)
 35 ns (5 V)

Corrente máxima de saída (nível alto e baixo):
 0,88 mA (5 V)
 2,25 mA (10 V)



3 a 15 V



CHAVE DE TOQUE

Tocando as duas placas do sensor X_1 ao mesmo tempo os transistores do circuito da **figura 1** conduzem alimentando a lâmpada X_2 ou outra carga de corrente contínua de até 1 ampère. O circuito é alimentado por 12 V e o transistor Q_3 deve ser montado num bom radiador de calor. A alimentação pode vir de bateria ou fonte. No entanto, a fonte nunca deve ser do tipo sem transformador. O sensor pode ser formado por duas chapinhas de metal lado a lado.

Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para a montagem dessa chave de toque. Em lugar da lâmpada pode ser usado um relé, mas um diodo de proteção deve ser colocado em paralelo com seu enrolamento.

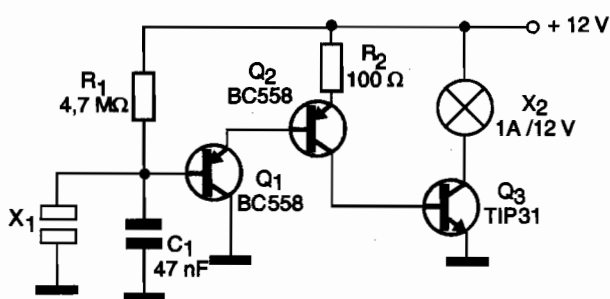


Figura 1

INFORMAÇÃO

TIP3055 (NPN) TIP2955 (PNP)

Transistores de alta potência em invólucro plástico - o TIP3055 pode ser considerado a versão de menor dissipação equivalente ao 2N3055 e o TIP2955 o complementar.

Características:

I_c (máx) : 15 A
 V_{ce} (máx) : 60 V
 h_{FE} ($I_c = 10$ A) : 5 (mín)
 f_T : 2,5 MHz
 P_d (máx) : 80 W

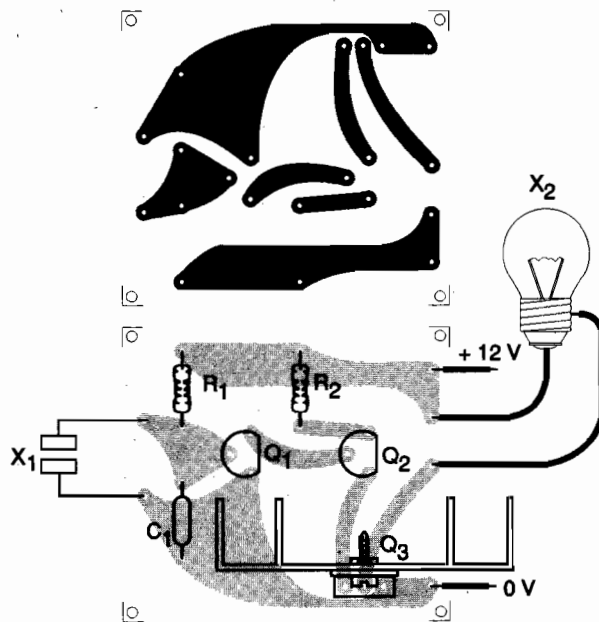


Figura 2

Lista de Material:

Q_1, Q_2 - BC558 - transistores PNP de uso geral
 Q_3 - TIP31 - transistor NPN de potência
 R_1 - 4,7 MΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, verde
 R_2 - 100 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, marrom
 C_1 - 47 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 X_1 - Sensor - ver texto
 X_2 - Lâmpada ou outra carga de corrente contínua
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para o transistor, fios, solda, etc.



AMPLIFICADOR LM380

Na **figura 1** mostramos uma solução tradicional para um amplificador de pequena potência que pode ser usado em intercomunicadores, sistemas de aviso, etapas de saída de rádios e mesmo como amplificador multimídia para computadores. O LM380 é um circuito integrado algo antigo, mas bastante eficiente e de fácil obtenção, sendo por isso indicado para aplicações desse tipo. O circuito mostrado pode fornecer potências de 2 a 4 W, dependendo da alimentação, conforme pode ser visto pela Solução & Informação, em que damos suas características. O

controle de tom formado por P_1 e C_1 , é opcional e a alimentação, se for fonte, deve ter boa filtragem com uma corrente de pelo menos 500 mA.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a versão que faz uso de invólucro DIL de 14 pinos, já que existe uma versão mais simples de menor potência que usa invólucro de 4 pinos.

Observe que uma área cobreada sob a placa de circuito impresso, em que vão ligados 6 pinos do circuito integrado, serve como radiador de calor.

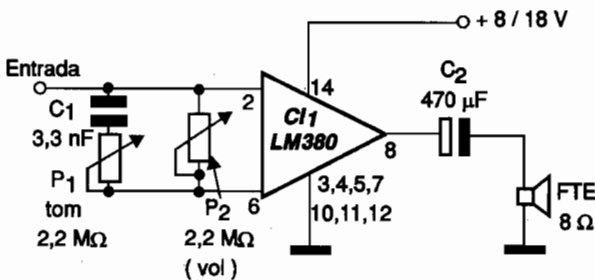


Figura 1

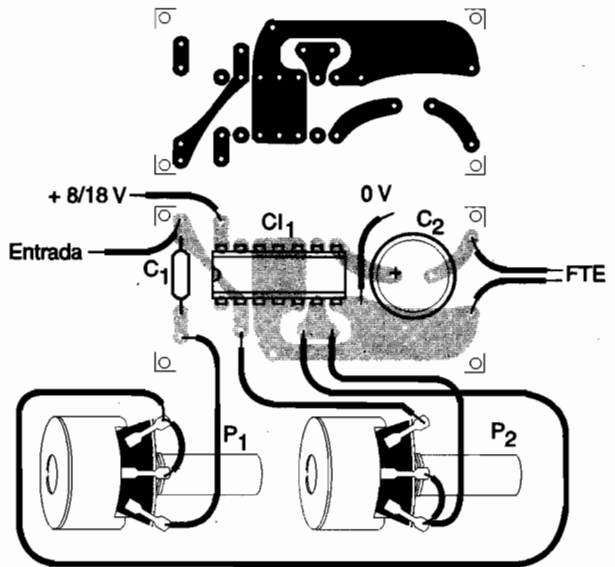


Figura 2

Lista de Material

- CI_1 - LM380 - circuito integrado - amplificador de áudio
- P_1, P_2 - 2,2 M Ω - potenciômetros - Lin para P_1 e log para P_2
- C_1 - 3,3 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C_2 - 470 μ F - capacitor eletrolítico com tensão maior do que a usada na alimentação
- FTE - 4 ou 8 Ω x 10 cm ou maior - alto-falante
- Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, cabo blindado e jaque de entrada, etc.

INFORMAÇÃO

LM380

Amplificador de Áudio de Baixa Potência - National Semiconductor

Características:

Faixa de tensões de alimentação: 8 a 20 V
 Potência de saída: 18 V, 4 Ω - 4,2 W
 18 V, 8 Ω - 4 W
 18 V, 16 Ω - 2,2 W

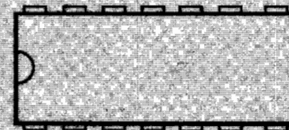
Impedância de entrada : 150 k Ω

Proteção contra curto-circuito na saída: sim

Corrente quiescente: 7 mA

Distorção harmônica a 1 kHz : 0,2 % (18 V, 2W)

LM380



DIMMER DC

O brilho de uma lâmpada incandescente comum de baixa tensão (6 ou 12 V) de até 2 A de corrente pode ser controlado com o circuito mostrado na **figura 1**. O transistor 2N3055 pode ser substituído pelo equivalente plástico TIP3055 ou mesmo por transistores de menor potência, se a lâmpada exigir menor corrente. O circuito consiste num controle PWM, em que a duração dos pulsos aplicados depende do ajuste de P_1 . O valor desse componente pode ser alterado para se obter uma faixa mais ampla de ajustes.

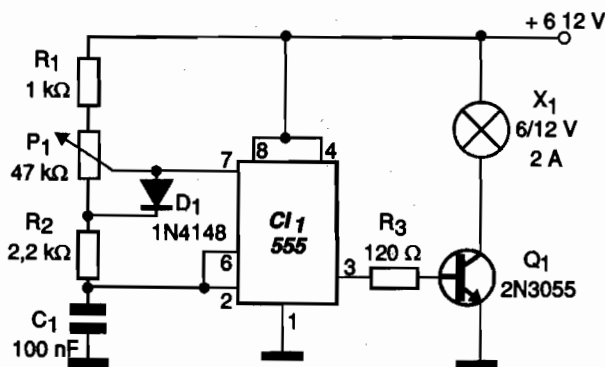


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para o circuito. Observe que o transistor de potência é montado num radiador de calor externo. Se o controle for usado no carro é conveniente colocar um fusível de 3 ou 4 A em série com a alimentação.

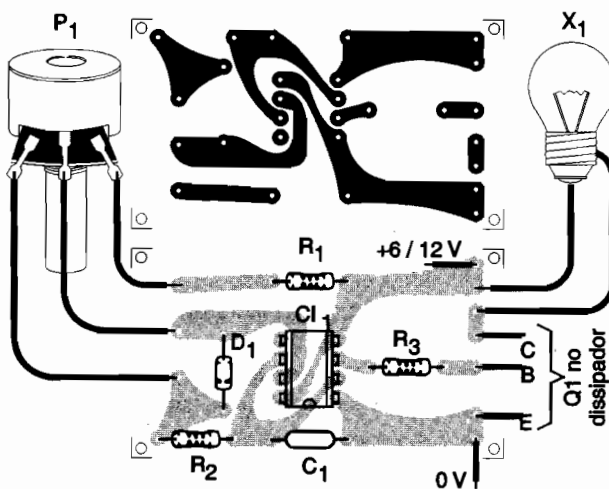


Figura 2

Lista de Material:

- CI_1 - 555 - circuito integrado - timer
- Q_1 - 2N3055 - transistor NPN de potência
- D_1 - 1N4148 ou qualquer diodo de uso geral
- R_1 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- R_2 - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
- R_3 - 120 Ω x 1/8 W - resistor - marrom, vermelho, marrom
- C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- P_1 - 47 k Ω - potenciômetro
- X_1 - Lâmpada de 6 a 12 V até 2 A
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para o transistor, botão para o potenciômetro, fios, solda.

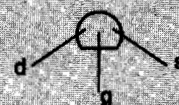
INFORMAÇÃO

2N3819

Transistor de Efeito de Campo de Junção (JFET)
- canal N

Características:

- V_{ds} máx: 25 V
- V_{dg} máx: 25 V
- V_p máx: - 8 V
- I_{dss}: 2 - 20 mA
- g_m: 2 a 6,5 mS
- C_{iss}: 8 pF
- f_T (tip): 100 MHz
- P_t máx: 200 mW



FONTE 18 V X 1 A

A fonte apresentada na **figura 1** pode ser usada para alimentar o amplificador de baixa potência com o LM380, que incluímos na nossa seleção de circuitos desta edição, além de outras aplicações que exijam 18 V sob corrente de até 1 A. O transistor deve ser montado em um bom radiador de calor. Podem ser obtidas tensões menores como 15 V ou 12 V com a simples troca do diodo zener. O transformador deve ter enrolamento primário de acordo com a tensão da rede de energia. Uma filtragem melhorada pode ser conseguida com o aumento de C_1 para 4 700 μF .

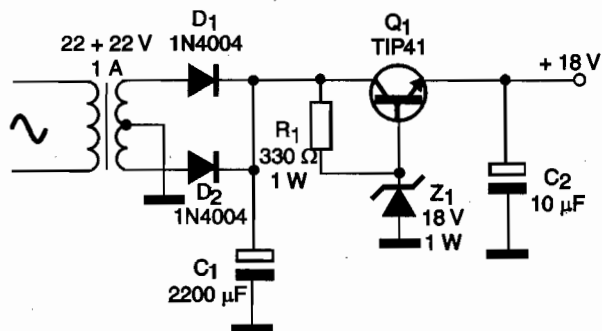


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem dessa fonte.

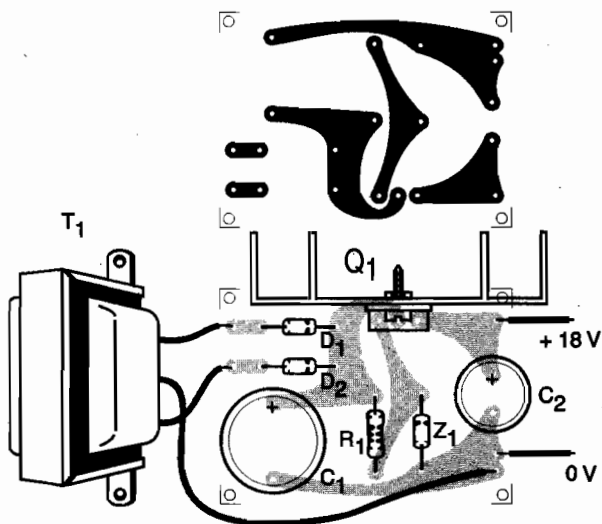
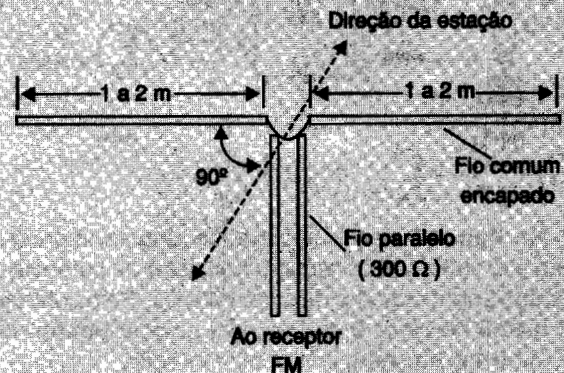


Figura 2

INFORMAÇÃO

Antena Simples de FM

Na **figura 3** ensinamos como fabricar uma antena interna simples para captar sinais de FM para um sintonizador. O cabo usado, nesse caso, é um fio paralelo de 300 Ω , mas pode ser empregado um cabo coaxial com conector de acordo com a entrada do receptor. Observe que a antena é direcional, captando os sinais que vêm no plano perpendicular aos ramos, com maior intensidade. Essa antena é ideal para estações de média intensidade em locais afastados.



Lista de Material:

- Q_1 - TIP41 - transistor NPN de potência
- D_1, D_2 - 1N4004 - diodos retificadores
- V_Z - 18 V x 1 A - diodo zener
- R_1 - 330 Ω x 1W - resistor - laranja, laranja, marrom
- C_1 - 2 200 μF x 35 V - capacitor eletrolítico
- C_2 - 10 μF x 25 V - capacitor eletrolítico
- T_1 - Transformador com primário de acordo com a rede de energia e secundário de 18 a 22 V com corrente de 1 A e tomada central.
- Diversos: placa de circuito impresso, cabo de força, radiador de calor para o transistor, fios, solda, etc.

MOTOR ACIONADO POR TOQUE

Tocando no sensor, que pode ser uma chapinha de metal ou a ponta desencapada de um fio, o circuito ilustrado na **figura 1** aciona um motor de corrente contínua de até 3 A de corrente. O circuito possui trava, pois basta um toque para ligar o motor que assim permanecerá mesmo depois de deixarmos tocar no sensor. Para desligar o motor, é necessário pressionar por um momento o interruptor S. O circuito pode ser alimentado com tensões de 6 a 15 V dependendo do motor usado. Observamos que, há uma queda de tensão de 2 V no SCR que deve ser compensada na tensão de alimentação. Por exemplo, usando um motor de 6 V, precisamos alimentar o circuito com pelo menos 8 V. O SCR deve ser dotado de radiador de calor e a fonte deve ser isolada para que seu positivo seja aterrado.

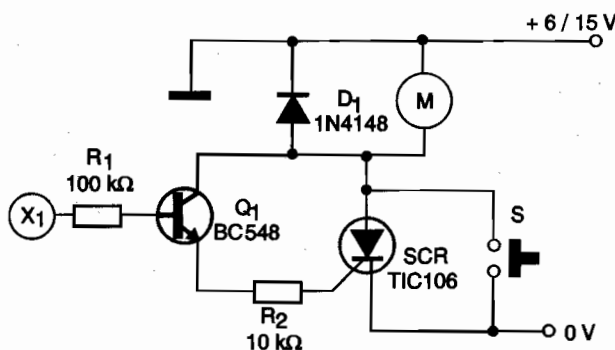


Figura 1

Lista de Material:

SCR - TIC106 ou equivalente - diodo controlado de silício
 Q₁ - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
 D₁ - 1N4148 - diodo de uso geral
 R₁ - 100 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
 R₂ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 M - motor de corrente contínua até 3 A
 S - Interruptor de pressão
 Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, radiador de calor, fios, solda, etc.

Na **figura 2** observamos uma placa de circuito impresso para a montagem do controle. Veja que temos uma ligação à terra que, em será desnecessária se o circuito disparar sem sua presença.

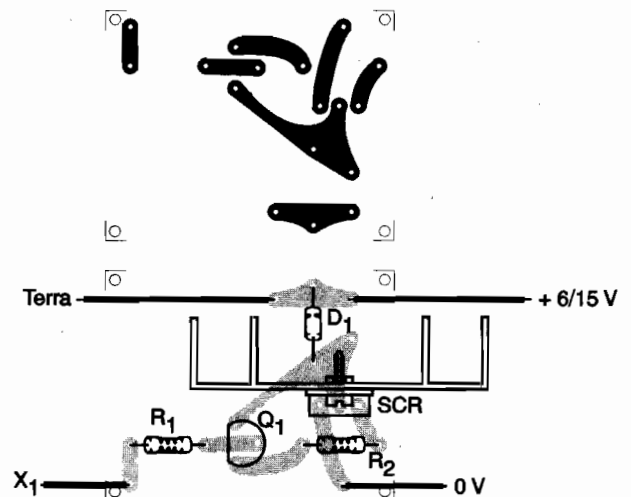


Figura 2

INFORMAÇÃO

2N2222

Transistor NPN de uso geral

Características:

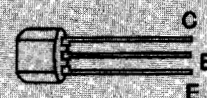
V_{ceo} (máx) : 30 V

f_T (tip) : 250 MHz

h_{FE} : 100 - 300

I_c (máx) : 150 mA

O 2N2907 pode ser usado como complementar.



FONTE DE MUITO ALTA TENSÃO (MAT)

Dependendo do transformador T_1 , o circuito da **figura 1** pode gerar tensões de 5 000 a 40 000 volts. Dentre as aplicações possíveis estão experiências de Física, eletrificação de cercas, filtros eletrostáticos anti-poluição e globos de raios. O circuito é alimentado diretamente pela rede de energia com um consumo relativamente baixo (que não chega a 10 watts). O transformador T_1 pode ser um *fly-back* aproveitado de um velho televisor, no qual tenhamos enrolado umas 8 a 12 espiras de fio comum com primário no núcleo de ferrite, ou também uma bobina de ignição de carro. No caso da bobina de ignição, lembramos que o seu secundário não é isolado do primário. Esse fato é importante se o aparelho for usado em um sistema eletrificador de cercas, por exemplo. Os valores entre parênteses no circuito são para a rede de 220 V. O SCR deve ser dotado de um pequeno radiador de calor e o circuito funciona tanto na rede de 110 V quanto em 220 V. O máximo de cuidado deve ser tomado com sua montagem, uma vez que o circuito não é isolado da rede de energia. O *trimpot* serve para ajustar o ponto de máximo rendimento do circuito.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para essa montagem.

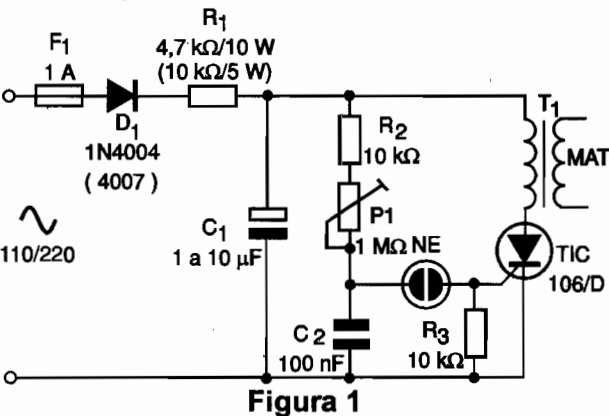


Figura 1

INFORMAÇÃO

TIP30

Transistor PNP de potência - complementar fp

TIP29



TIP30
Transistor PNP de média potência

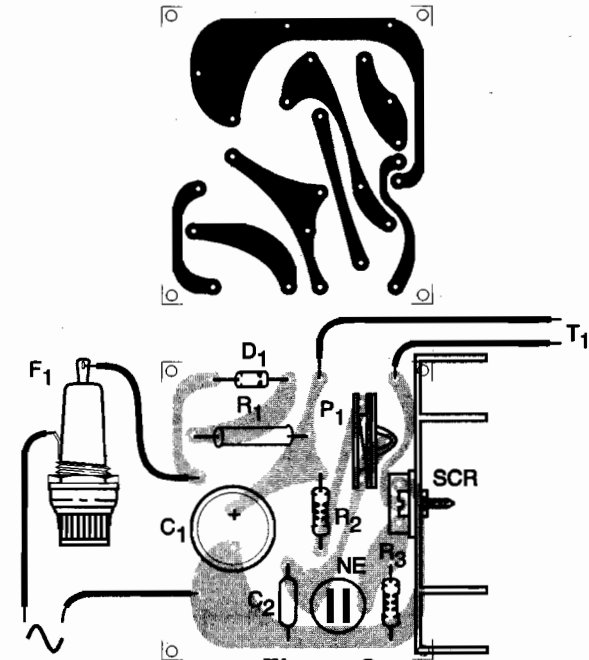


Figura 2

Lista de Material:

- SCR - TIC106B (110 V) ou TIC106D(220 V) - diodo controlado de silício
- NE-1 - lâmpada néon comum
- D₁ - 1N4004 (110 V) ou 1N4007 (220 V) - diodo retificador
- F₁ - 1 A - fusível
- R₁ - 4,7 kΩ x 10 W ou 10 k ohms x 5 W - resistor de fio
- R₂, R₃ - 10 k Ω x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
- C₁ - 1 a 10 µF - 200 V (rede de 110 V) ou 400 V (rede de 220 V) - capacitor de poliéster ou eletrolítico - conforme o valor
- C₂ - 100 nF - capacitor de poliéster para 100 V ou mais
- P₁ - 1 M ohms - trimpot ou potenciômetro
- T₁ - Transformador flyback ou bobina de ignição de automóvel
- Diversos: placa de circuito impresso, cabo de força, suporte de fusível, caixa para montagem, radiador de calor, fios, solda, etc.

Características:

	TIP30	TIP30A	TIP30B	TIP30C	Unidade
V _{bc}	-40	-60	-80	-100	V
V _{ce}	-40	-60	-80	-100	V
I _c	1	1	1	1	A
P _t (máx)	30	30	30	30	W
H _{fe}	15-75	15-75	15-75	15-75	-
f _t (min)	3	3	3	3	MHz

OSCILADOR POR ROTAÇÃO DE FASE COM FET

Com os valores dos componentes dados no circuito da **figura 1** é possível gerar um sinal senoidal de 1 kHz. O circuito pode ser usado para gerar sinais de até algumas centenas de quilohertz e a fórmula para calcular a frequência pode ser encontrada nas Soluções e Informações desta série. A alimentação é feita com tensões de 12 a 18 V e o consumo muito do circuito é muito baixo. Transistores equivalentes ao indicado podem ser experimentados.

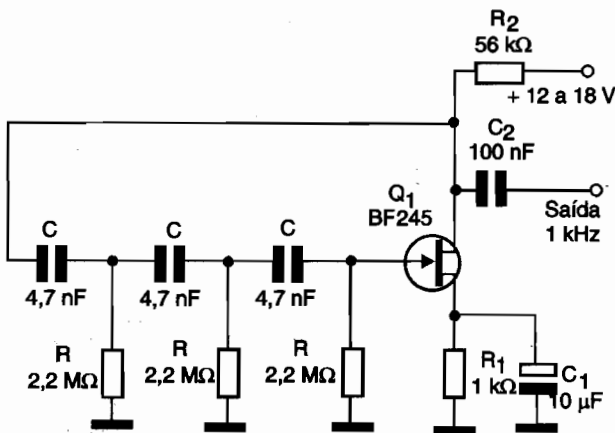


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem do oscilador.

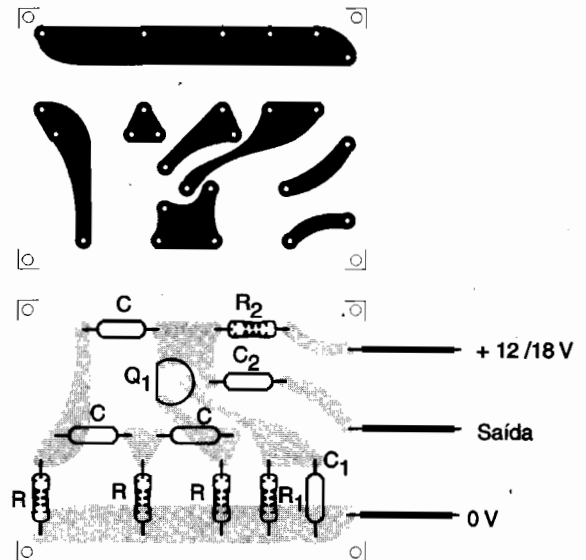


Figura 2

INFORMAÇÃO

6C4

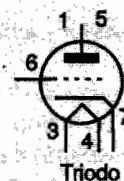
Válvula triodo amplificadora de RF - Pode ser usada em transmissores de FM com potências de saída de até 4 W.

Características:

Filamento: 6,3 V/150 mA

Tensão máxima de placa: 300 V

Dissipação de placa: 3,5 W



Lista de Material:

- Q_1 - BF245 - JFET - transistor de efeito de campo de junção
- R - 3 resistores de 2,2 MΩ x 1/8 W - vermelho, vermelho, verde
- R_1 - 1 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- R_2 - 56 kΩ x 1/8 W - resistor - verde, azul, laranja
- C - 3 capacitores de 4,7 nF ou conforme a frequência que se deseja gerar - poliéster ou cerâmicos
- C_1 - 10 μF x 12 V - capacitor eletrolítico
- C_2 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

PRÉ-AMPLIFICADOR PARA VIOLÃO E GUITARRA

Captadores de alta impedância podem ser utilizados nesse circuito que aumenta a intensidade do sinal para excitar amplificadores que exijam uma entrada com maior amplitude. Nem todos os captadores servem, havendo o caso em que, em lugar desse circuito, será preciso empregar um casador de impedâncias. O circuito tem um consumo muito baixo e pode ser alimentado com bateria de 9 V. Tanto os cabos de entrada quanto os de saída devem ser blindados. O transistor usado é de baixo ruído e alto ganho.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem desse aparelho. Ele deve ser instalado em caixa de metal, ligada ao negativo da alimentação, para servir de blindagem.

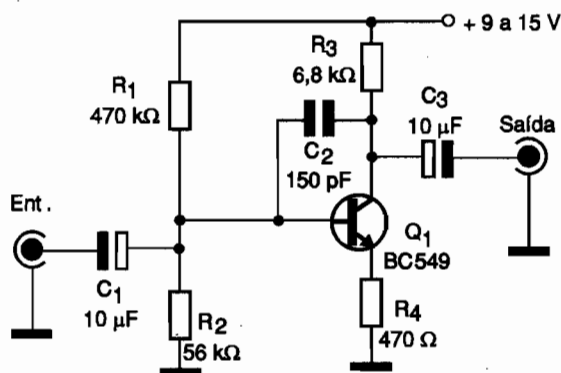


Figura 1

Lista de Material:

- Q₁ - BC549 - transistor NPN de baixo ruído*
- R₁ - 470 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, amarelo*
- R₂ - 56 kΩ x 1/8 W - resistor - verde, azul, laranja*
- R₃ - 6,8 kΩ x 1/8 W - resistor - azul, cinza, vermelho*
- R₄ - 470 Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, marrom*
- C₁, C₃ - 10 µF x 16 V - capacitores eletrolíticos*
- C₂ - 150 pF - capacitor cerâmico*
- Diversos: placa de circuito impresso, jaques de entrada e de saída, caixa para montagem, fios, solda, etc.*

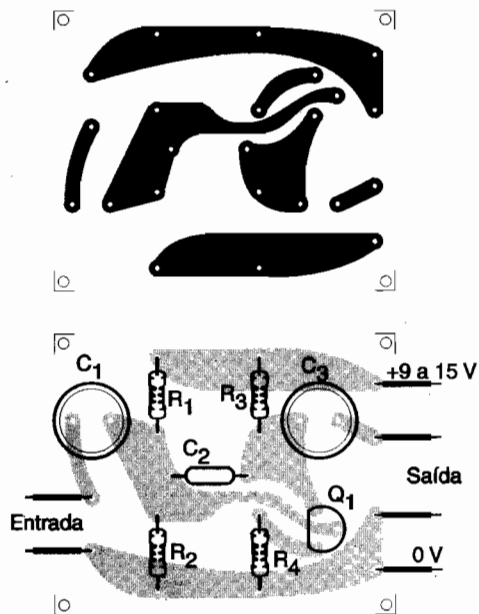


Figura 2

INFORMAÇÃO

Configurações de Transistores

a) Base comum	Impedância de entrada baixa: 30 a 200 Ω Impedância de saída alta: 200 k a 2 MΩ Ganho de corrente: menor que 1 Ganho de tensão: alto Ganho de potência: médio
b) Emissor comum	Impedância de entrada média: 500 a 2000 Ω Impedância de saída média: 30 k a 5 kΩ Ganho de corrente: 10 a 500 Ganho de tensão: médio Ganho de potência: alto
c) Coletor comum	Impedância de entrada alta: 100 a 800 kΩ Impedância de saída baixa: 100 a 1000 Ω Ganho de corrente: 10 a 500 Ganho de tensão: menor que 1 Ganho de potência: baixa

RELÉ AMPLIFICADO

Basta uma corrente de apenas $5 \mu\text{A}$ na entrada para fazer disparar o relé de até 50 mA de bobina, com o uso do circuito ilustrado na **figura 1**. A tensão necessária para fazer circular essa corrente é da ordem de $1,5 \text{ V}$, o que resulta numa impedância da ordem de $3 \text{ M}\Omega$ para o amplificador. Sensores de diversos tipos podem ser empregados na entrada, e até mesmo a saída de circuitos lógicos TTL e CMOS. A alimentação pode ser feita com tensões de 6 ou 12 V conforme o relé usado. Dentre as aplicações possíveis para esse circuito, podemos citar alarmes, sensores para Robótica e Mecatrônica, interfaceamento digital, controle, etc.

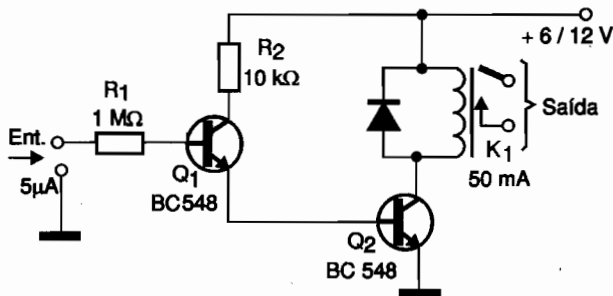


Figura 1

Na **figura 2** fornecemos a placa de circuito impresso para a montagem desse relé amplificado. A placa prevê o uso de um relé com base DIL. Se for empregado outro tipo de relé, o desenho da placa deve ser alterado.

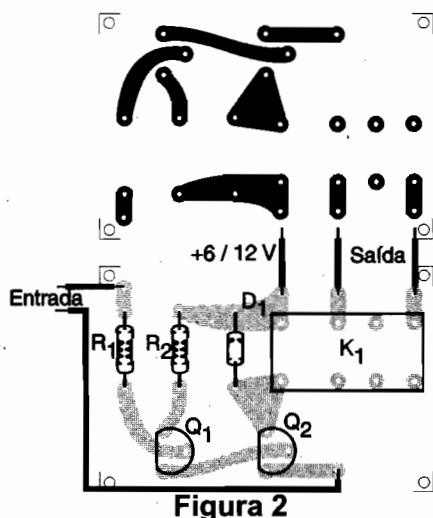


Figura 2

INFORMAÇÃO

Velocidade do Som em Líquidos

Na tabela abaixo damos a velocidade do som em alguns líquidos a qual depende também da temperatura.

Líquido	Temperatura (°C)	Velocidade (m/s)
Acetona	20	1 192
Benzeno	20	1 326
Álcool etílico	20	1 180
Glicerina	20	1 923
Mercúrio	20	1 451
Álcool metílico	20	1 123
Água comum	25	1 497
Água do mar	17	1 510 a 1550 (**)
Água pesada(**)	25	1 399
Gasolina	34	1 250

(*) Depende da salinidade

(**) A água pesada é formada por átomos de deutério ligados ao oxigênio em lugar do hidrogênio comum. O deutério é o hidrogênio pesado um isótopo do hidrogênio comum.

Lista de Material:

- Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- R_1 - $1 \text{ M}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistor - marrom, preto, verde
- R_2 - $10 \text{ k}\Omega \times 1/8 \text{ W}$ - resistor - marrom, preto, laranja
- K_1 - Relé de 6 ou 12 V com bobina de até 50 mA
- Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

MONOESTÁVEL COM TRANSISTORES

O circuito da **figura 1** tem uma ação monoestável basicamente determinada pelo valor de C_2 . Quando um pulso positivo é aplicado à entrada, a saída passa rapidamente ao nível alto e permanece por um certo tempo que depende justamente de C_2 . O circuito opera com tensões de 5 ou 6 V. Em função do ganho dos transistores usados, podem ser necessárias alterações de valores nos resistores para se obter o desempenho desejado.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem desse circuito.

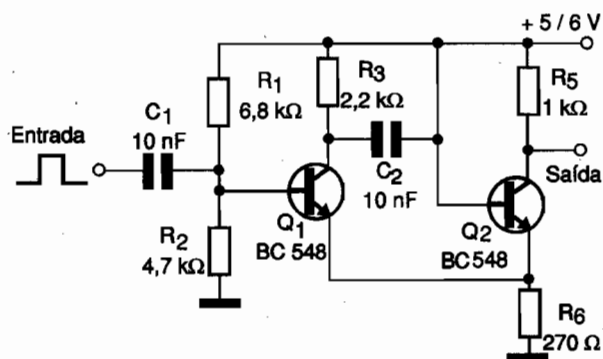


Figura 1

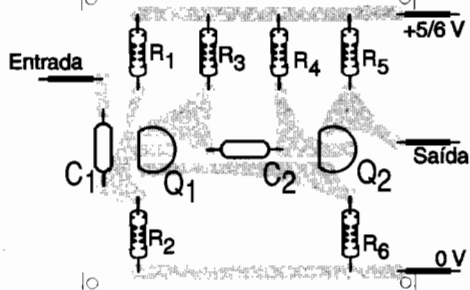


Figura 2

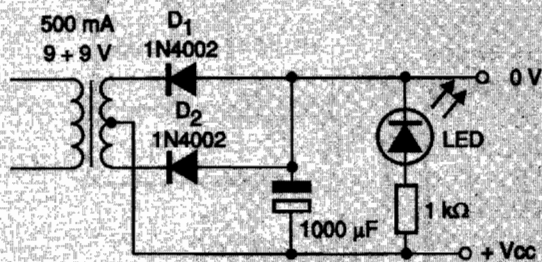
Lista de Material:

- Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
- R_1 - 6,8 k Ω x 1/8 W - resistor - azul, conza, vermelho
- R_2 - 4,7 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R_3 - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
- R_4 - 18 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, cinza, laranja
- R_5 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- R_6 - 270 Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, violeta, marrom
- C_1, C_2 - 10 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Fonte com Positivo à Terra

A fonte de alimentação da **figura 3** tem o pólo positivo à terra, ou seja, fornece tensões negativas e pode ser usada em diversas aplicações que exijam esse tipo de alimentação. A capacidade dessa fonte é de 500 mA (ou conforme o transformador empregado, até esse valor). A tensão de saída em aberto será da ordem de 13 V, e cairá de acordo com o consumo da carga, uma vez que a fonte não é estabilizada. Para uma tensão de saída menor, basta usar um transformador com secundário de 7,5 + 7,5 V ou 6 + 6 V. Etapas reguladoras com circuitos integrados como os da série 79XX podem ser usadas para se obter uma tensão de saída estabilizada.



DETECTOR DE COINCIDÊNCIA

O circuito mostrado na **figura 1** fará a lâmpada acender quando pulsos forem aplicados ao mesmo tempo nas duas entradas. Quando isso ocorrer, a lâmpada acenderá e o circuito travará nessa condição. Para desligar o circuito é preciso desligar sua alimentação por um instante. Para pequenas lâmpadas indicadoras até uns 200 mA, os SCRs não precisam de radiadores de calor. Também é preciso compensar a queda de tensão de uns 4 V nos dois SCRs. Assim, se a lâmpada usada for de 6 V, a tensão de alimentação deverá ser da ordem de 10 V.

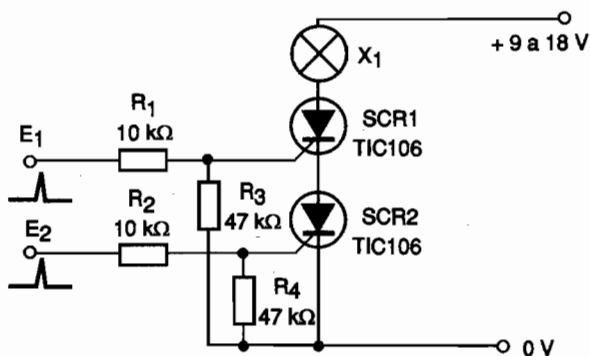


Figura 1

Na **figura 2** damos a placa de circuito impresso para a montagem do detector de coincidência.

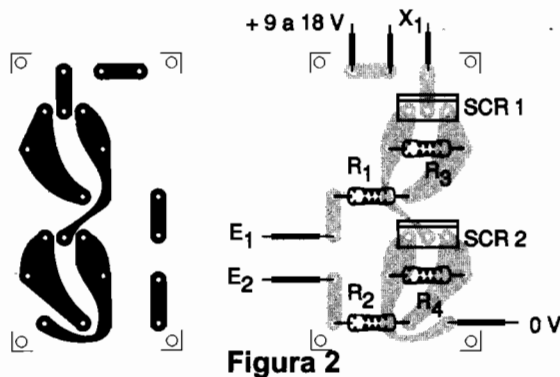


Figura 2

Lista de Material:

SCR₁, SCR₂ - TIC106 ou equivalentes - SCRs
 R₁, R₂ - 10 kΩ x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
 R₃, R₄ - 47 kΩ x 1/8 W - resistores - amarelo, violeta, laranja
 X₁ - Lâmpada conforme tensão de alimentação
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

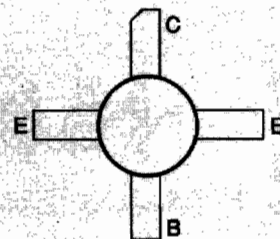
Transistor de Potência para Transmissores:

2N6080/2N6081

Transistores de Potência NPN para RF. O 2N6080 fornece 4 W de saída com 12 V e o 2N6081 fornece 15 W com a mesma alimentação em 175 MHz. Na **figura abaixo** ilustramos a pinagem destes transistores.

Características: (máximos)

	2N6080	2N6081
V _{ceo}	18 V	18 V
V _{cbo}	36 V	36 V
V _{ebo}	4 V	4 V
I _c	1,0 A	2,5 A
P _d	12 W	31 W
Ganho de Potência	12	6,3
	dB (tip)	dB (tip)



INFORMAÇÃO

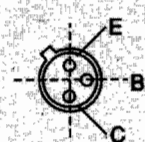
2N1613

Transistor NPN de RF para amplificação e chaveamento.

Características:

V_{cer} : 50 V
 I_{cm} : 1 A
 P_{tot} (máx) : 800 mW
 η_{FE} (I_c = 150 mA) : 40 - 120
 f_T (min) : 60 MHz
 F_{min} a 1 kHz : 12 dB

2N1613



INTERFACE DE AQUISIÇÃO DE DADOS (SEM ISOLAMENTO)

Níveis lógicos TTL ou CMOS podem ser lidos com o circuito da **figura 1** e aplicados à porta paralela de um PC. Devem ser montados 8 circuitos como esse para a leitura de 8 bits de um circuito externo, por exemplo, um conversor analógico para digital. O circuito de entrada deve ser alimentado com 5 V e a alimentação de 5 V da interface deve ter um terra comum ao PC, o que pode ser feito no pino 19.

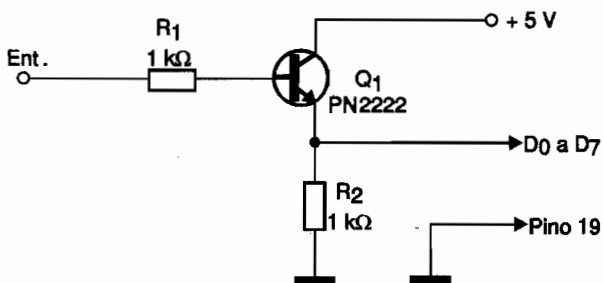


Figura 1

Na **figura 2** fornecemos a placa de circuito impresso para um bit. Devem ser feitas oito placas como essa para a aquisição de dados com 8 bits.

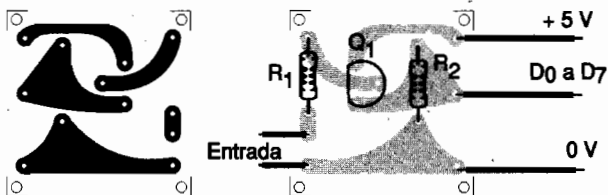


Figura 2

INFORMAÇÃO

2N2218A

Transistor NPN de média potência - pode ser usado como oscilador até a faixa de VHF.

Características:

V_{ceo} (máx) : 40 V
 f_T : 250 MHz
 I_c (máx) : 800 mA
 h_{FE} : 40/120

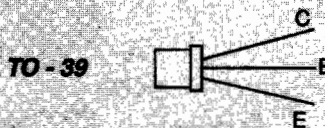
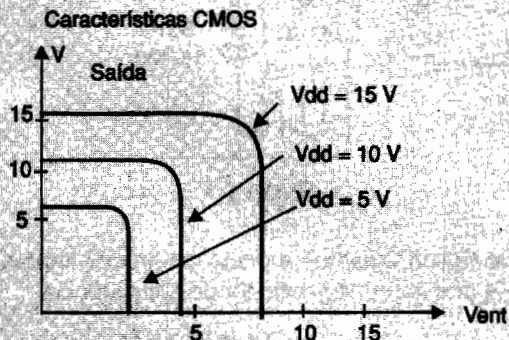
Lista de Material:

Q₁ - 2N2222 - transistor NPN de uso geral
 R₁, R₂ - 1 kΩ x 1/8 W - resistores - marrom, preto, vermelho
 Diversos: fonte de 5 V, placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Características CMOS

O gráfico da **figura 3** mostra as características de entrada x saída dos circuitos lógicos CMOS para diversas tensões de alimentação. As curvas são para as funções mais comuns, indicando os pontos em que ocorrem as transições dos níveis lógicos.

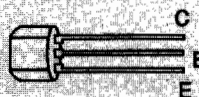


PN2222

Transistor NPN de uso geral - equivalente ao 2N2222

Características:

V_{ceo} (máx) : 30 V
 f_T : 250 MHz
 h_{FE} : 100/300
 I_c (máx) : 150 mA



CHAVE ÓPTICA PARA INTERFACE

O circuito observado na **figura 1** pode ser usado para uma interface de codificação óptica, por exemplo, no controle de motores, sistemas de posicionamento ou contagem de objetos. A alimentação de 5 V pode vir de fonte externa, mas deve ter terra comum com o PC, feito no pino 19, por exemplo. A distância máxima entre o LED e o fototransistor é da ordem de 1 cm e devem ser utilizados recursos ópticos que impeçam a influência da luz ambiente. Transistores equivalentes ao TIL78 podem ser experimentados.

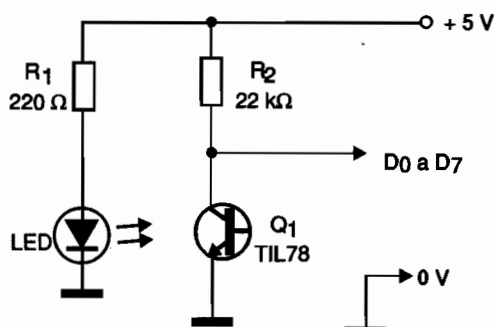


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem dessa chave óptica para interfaceamento de dados.

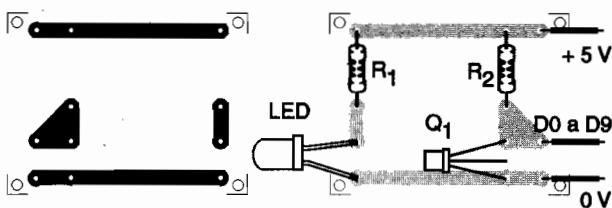


Figura 2

Lista de Material:

Q₁ - TIL78 - foto-transistor - ver texto
LED - LED vermelho comum ou infravermelho
R₁ - 220 Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, marrom
R₂ - 22 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, laranja
 Diversos: placa de circuito impresso, conector e cabo para porta paralela, fonte de 5 V, fios, solda.

OSCILADOR 4001

O oscilador exemplificado na **figura 1** gera um sinal retangular de 1 Hz. O componente que determina essa frequência é *C₁* e seu valor pode ser alterado na faixa indicada no diagrama. O limite para a frequência gerada está em torno de 5 MHz para uma alimentação de 5 V. A alimentação pode ser feita com tensões entre 3 e 15 V. Inversores equivalentes ao 4011 CMOS, como o 4001, podem ser usado nesse circuito.

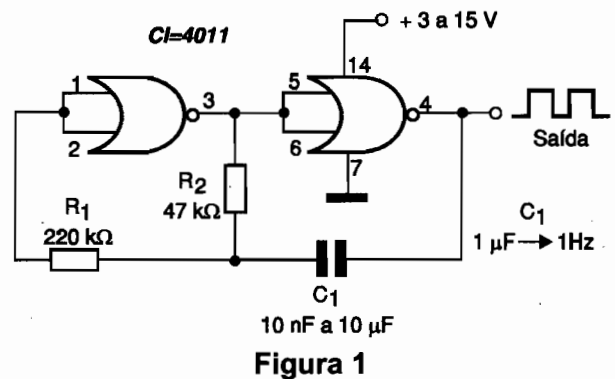


Figura 1

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a implementação desse oscilador.

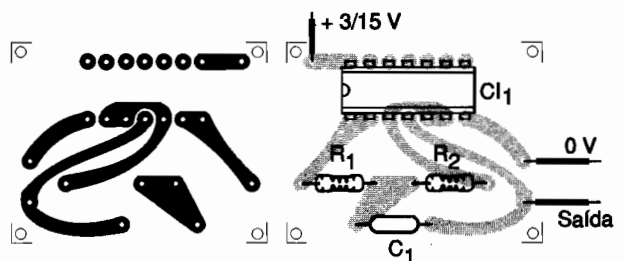


Figura 2

Lista de Material:

CI₁ - 4011 - circuito integrado CMOS
R₁ - 220 k Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, amarelo
R₂ - 47 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
C₁ - 10 nF a 10 μF - capacitor, conforme a frequência - 1 μF para 1 Hz.
 Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

DIVISOR PROGRAMÁVEL

O circuito apresentado na **figura 1** pode fazer a divisão ou contagem de pulsos de 0 a 999, valor que é determinado pela programação através das chaves tipo "thumb well". O circuito pode ser expandido para contagem até número maior e é alimentado com 5 V. A lógica empregada é TTL e a frequência máxima de contagem está em torno de 32 MHz. As chaves podem ser substituídos por interruptores simples possibilitando assim, a programação BCD digital.

Não fornecemos a placa de circuito impresso, pois ela depende do tipo de chave usada e pode também ser expandida.

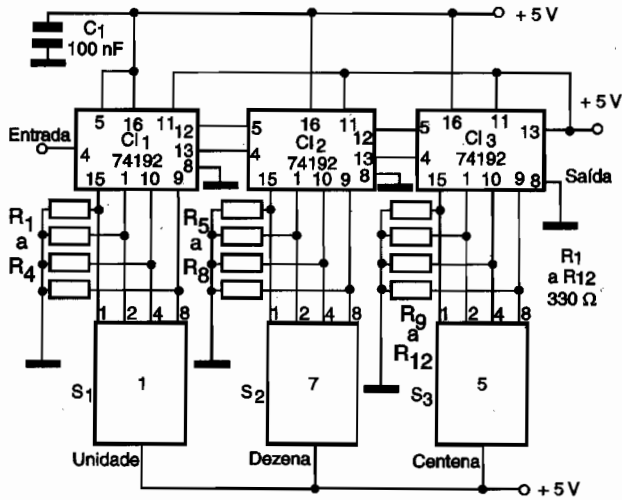


Figura 1

Lista de Material:

- CI₁ a CI₃ - 74192 - circuitos integrados TTL
- S₁ a S₃ - Chaves Thumb Well BCD
- R₁ a R₁₂ - 330 Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, marrom
- C₁ - 100 nF - capacitor cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, fonte de 5 V, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

2N914

Transistor NPN de comutação e uso geral em invólucro metálico

INFORMAÇÃO

74192

Circuito integrado TTL - Contador Up/Down

Funções dos terminais:

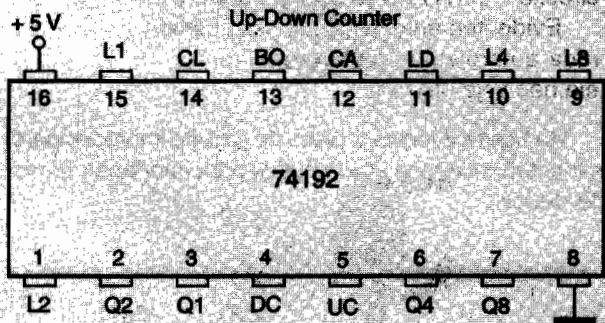
- LD - Load
- BO - Borrow
- L₁/L₄ - Entradas de carga (load)
- DC - Down Count (contagem regressiva)
- UC - Up Count (contagem progressiva)
- CL - Clear
- Q₁/Q₈ - saídas

Na operação normal LD é levado ao nível 1 e CL ao zero.

Para carregar dados, aplique-os em L₁ a L₄ e leve LD a zero por um instante.

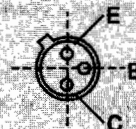
Corrente máxima por CI : 65 mA

Frequência máx.: 32 MHz



Características:

- V_{ce} (máx) : 15 V
- I_c (máx) : 150 mA
- P_{tot} (máx) : 360 mW
- h_{FE} (I_c = 10 mA) : 30 a 120
- V_{ce} (sat) (máx) : 0,7 V
- toff(máx) : 40 ns



OSCILADOR DE 1 A 15 MHz

Na **figura 1** mostramos um oscilador que pode gerar sinais estáveis, controlados por um cristal, na faixa de frequências de 1 a 15 MHz. O reator XRF deve ser de pelo menos 100 μH e o capacitor C_1 deve ser obrigatoriamente cerâmico de boa qualidade. Como o consumo do circuito é extremamente baixo, ele pode ser alimentado por bateria. Transistores equivalentes ao BF245 como o MPF102 podem ser utilizados.

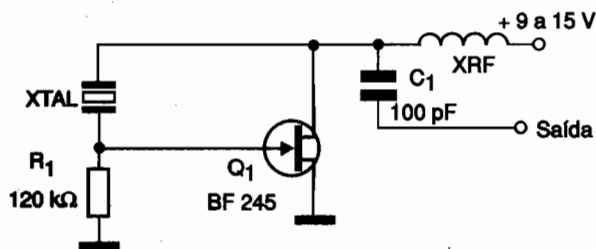


Figura 1

Na **figura 2** trazemos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste oscilador.

Evidentemente, esta disposição pode ser incorporada ao projeto no qual o oscilador vai operar, caso ele não seja utilizado de forma independente.

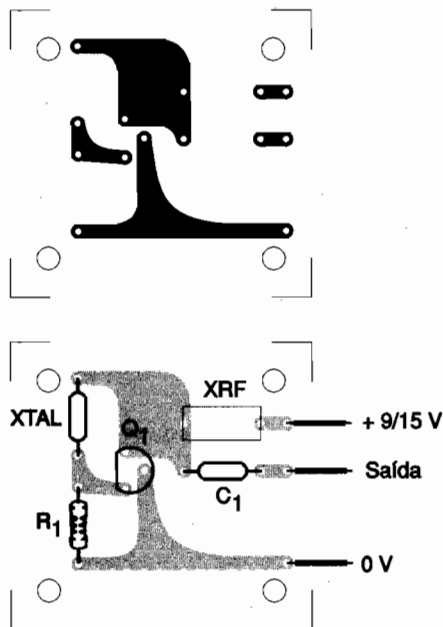


Figura 2

INFORMAÇÃO

7405

Seis Inversores TTL de Coletor Aberto (Open Collector)

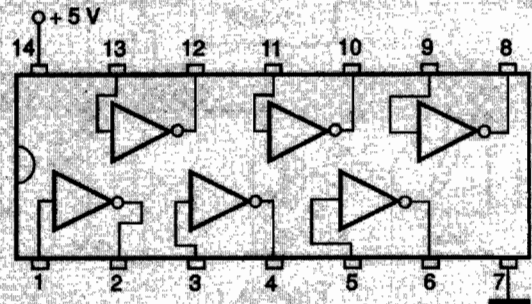
Os seis inversores constantes do circuito integrado TTL 7405 podem ser usados de forma independente e possuem saídas com transistores em coletor aberto. Dessa forma, na sua utilização deve ser previsto um resistor de *pull-up* cujo valor típico é 2,2 k Ω . Na **figura 3** temos a pinagem desse circuito integrado.

Características:

Corrente média por CI : 12 mA

Tempo de propagação para saída baixa: 8 ns

Tempo de propagação para circuito aberto: 40 ns.



Lista de Material

- Q_1 – BF245 – Transistor de efeito de campo de junção (JFET)
- XTAL – Cristal de 1 a 15 MHz, conforme frequência a ser gerada.
- R_1 – 120 k Ω x 1/8 W – resistor – marrom, vermelho, amarelo
- C_1 – 100 pF – capacitor cerâmico
- XRF – 100 μH – choque de RF
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

CONTROLE DIGITAL DE MOTOR

O circuito mostrado na **figura 1** serve para ligar ou desligar um motor de corrente contínua a partir de uma interface digital CMOS. A tensão do motor é ajustada no trimpot P_1 . Observamos que, como o LM350T tem um zener interno de 1,2 V, na condição de desligado, uma tensão de 1,2 V continua aplicada ao motor. Assim, somente motores para tensão acima de 9 V poderão ser controlados satisfatoriamente por este circuito.

O LM350T pode controlar até 3 A de corrente e a tensão de alimentação do circuito de interface CMOS não precisa ser a mesma do motor. Inversores equivalentes ao 4093 podem ser empregados nesse circuito. Para controle com entradas TTL o resistor R_1 deve ser reduzido para 470 Ω .

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse controle.

Observe que o circuito integrado regulador de tensão deve ser montado num radiador de calor. As trilhas de ligação da alimentação do motor devem ter espessura compatível com a corrente drenada.

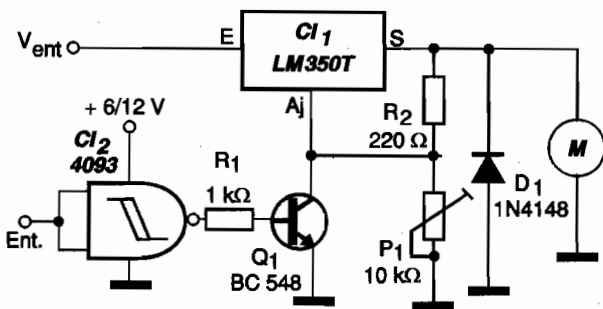


Figura 1

Lista de Material

CI_1 – LM350T – circuito integrado, regulador de tensão

CI_2 – 4093 – circuito integrado CMOS

Q_1 – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral

D_1 – 1N4148 ou equivalente – diodo de uso geral

R_1 – 1 k Ω x 1/8 W – resistor – marrom, preto, vermelho

R_2 – 220 Ω x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, marrom

P_1 – 10 k Ω – trimpot

Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para o circuito integrado, fios, solda, etc.

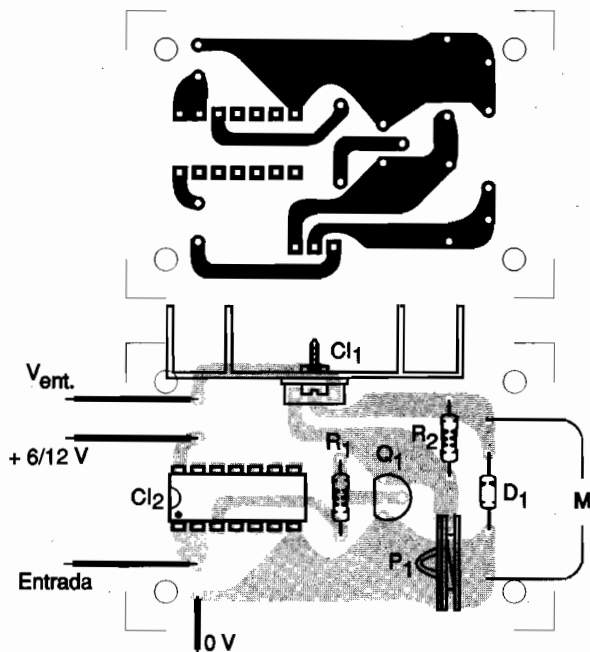


Figura 2

INFORMAÇÃO

LM350K/AK

Regulador de tensão de 1,2 a 35 V x 3 A

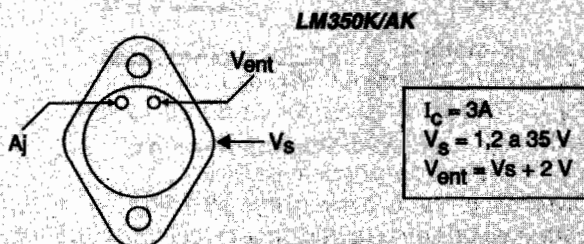
O circuito integrado LM350K/AK consiste na versão em invólucro metálico do LM350T, regulador de tensão positiva de 3 A. Seu invólucro é mostrado na **figura 3**.

Características:

Corrente máxima de saída: 3 A

Faixa de tensões de saída: 1,2 a 35 V

Faixa de tensões de entrada: tensão máxima de saída mais 2 V.



CONTROLE DE SMA

As *Shape Memory Alloys* ou Ligas com Memória de Forma são materiais que se contraem quando percorridos por uma corrente elétrica. Por essa característica elas são usadas como músculos ou atuadores em aplicações como robótica, mecatrônica, etc. Para operar essas ligas exigem uma corrente de intensidade rigorosamente controlada, o que pode ser conseguido por um reostato, como o ilustrado na **figura 1**.

Com esse circuito é possível ajustar a intensidade da corrente que leva a liga ao seu ponto de transição quando então acontece a contração, sem o perigo de ocorrer sua queima. A intensidade máxima de corrente para este circuito é da ordem de 2 A, e a tensão de entrada depende da resistência da fibra que está sendo utilizada.

Na operação, P_1 deve ser ajustado com cuidado até se obter o ponto de transição. Se ultrapassado esse ponto com um aquecimento excessivo da SMA, ela poderá queimar-se.

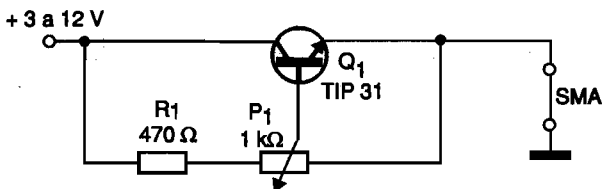


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para esta montagem. Observe a necessidade de se colocar dissipador de calor no transistor de potência. O potenciômetro, preferivelmente deve ser de fio.

Lista de Material

Q_1 – TIP32 – transistor NPN de potência
 R_1 – 470 Ω x 1 W – resistor – amarelo, violeta, marrom.
 P_1 – 1 k Ω – potenciômetro de fio
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, botão para o potenciômetro, radiador de calor para o transistor, etc.

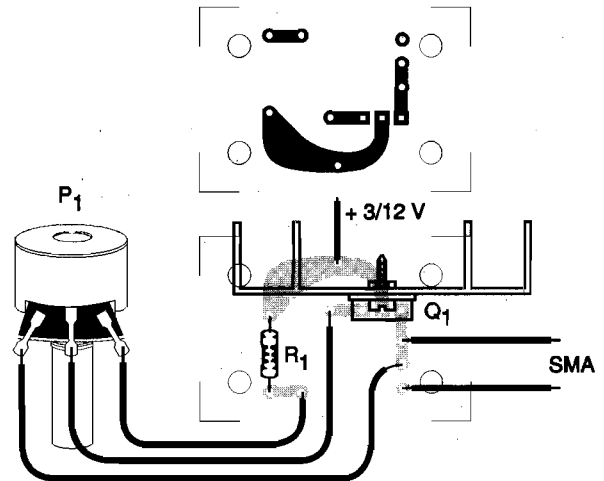


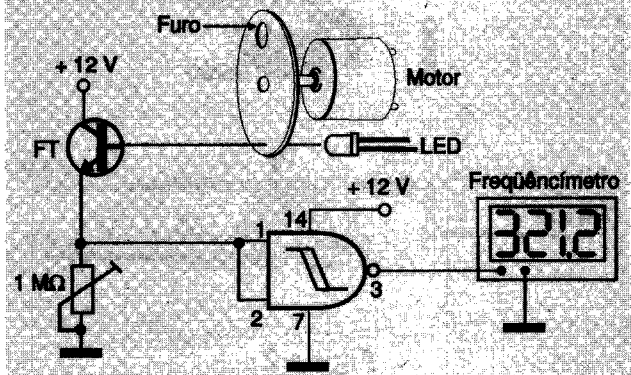
Figura 2

INFORMAÇÃO

Medida de Rotação de Motores – I

Na **figura abaixo** mostramos um arranjo que possibilita a medição da velocidade de rotação de um motor comum com um freqüencímetro.

Um disco com um furo passa diante de uma fonte de luz e um foto-sensor, ligado a um disparador. O disparador vai fornecer pulsos numa freqüência que depende da velocidade de rotação. Conhecendo a freqüência, pode-se calcular facilmente a velocidade de rotação em rpms. O *trimpot* P_1 serve para se obter o ponto exato de disparo do 4093 de modo a ter pulsos de saída que possam acionar o freqüencímetro.



MODULADOR ÓPTICO DIGITAL

O circuito ilustrado na **figura 1** pode ser utilizado para aplicar um sinal TTL a uma fibra óptica ou ainda para transmissão num *link* de curta distância. A modulação do sinal é negativa, pois quando o nível TTL de entrada é alto, o transistor conduz desviando a corrente do LED que então apaga.

O LED usado tanto poderá ser de luz visível como infravermelho, conforme a aplicação. O resistor R_2 pode ser alterado em função da corrente do LED. É claro que, nesse caso, deve-se verificar se o transistor consegue desviar a corrente necessária para uma boa modulação.

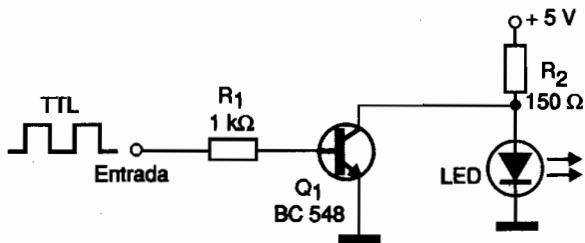


Figura 1

Uma placa de circuito impresso simples para a montagem desse circuito é apresentada na **figura 2**.

O LED pode ficar fora da placa e a disposição dos componentes ser aproveitada para incluir esse circuito na própria fonte de sinais digitais.

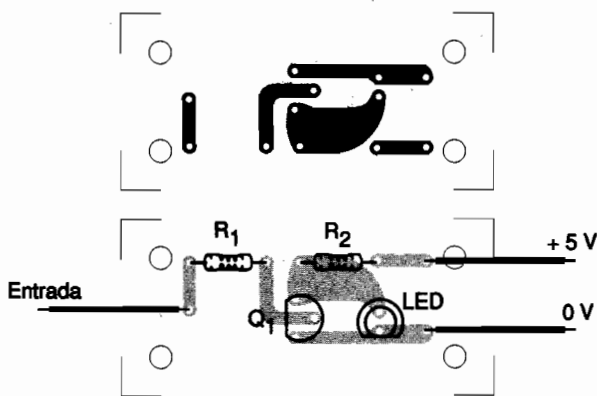


Figura 2

Lista de Material

Q_1 – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral

LED – LED vermelho ou infravermelho comum – ver texto

R_1 – 1 k Ω x 1/8 W – resistor – marrom, preto, vermelho

R_2 – 150 Ω x 1/8 W – resistor – marrom, verde, marrom

Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

BA481 Diodo Misturador Para UHF

O diodo BA481 é indicado para aplicações em misturadores de altas frequências na faixa de UHF como os encontrados em equipamentos de telecomunicações, seletores de TV, etc. Na **figura 3** temos o invólucro desse componente.

Características:

V_R - 4 V

I_F - 30 mA

C_d a $V_R = 0V$ - < 1,1 pF

V_F a $I_F = 1$ mA - 450 mV

BA481 Diodo Misturador UHF

V_R - 4 V

I_F - 30 mA

C_d a $V_R = 0V$ - < 1,1 pF

V_F a $I_F = 1$ mA - 450 mV

ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A finalidade do circuito exibido na **figura 1** é acionar um sistema de iluminação alimentado por bateria, quando a energia da rede for cortada. O sistema não é "inteligente", acendendo as lâmpadas mesmo que o corte ocorra durante o dia. É claro que o leitor pode agregar um sistema sensor que perceba quando está claro (dia) e, nessa condição, a lâmpada de emergência não seja acionada.

O circuito mantém uma bateria em carga lenta constante. A bateria pode ser de 6 ou 12 V, do tipo recarregável de Nicad ou acumulador Chumbo-Ácido seco de pequeno porte. R_1 determina a intensidade da corrente de carga, devendo ser aumentado para 220Ω se B_1 for um conjunto de pilhas pequenas (AA) de Nicad.

O transformador tem enrolamento primário conforme a rede de energia e o relé será de 6 ou 12 V de acordo com a tensão do secundário do transformador. Um pequeno inversor para lâmpadas fluorescentes que possa ser alimentado por B_1 é uma opção de

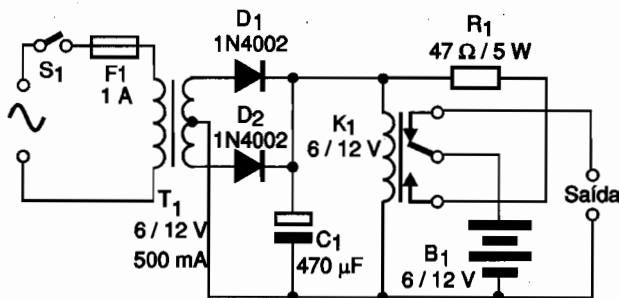


Figura 1

INFORMAÇÃO

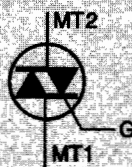
TIC263

TRIAC de Alta Potência para controle de cargas como elementos de aquecimento, chuveiros elétricos, lâmpadas incandescentes, motores, etc.

Características:

V_{drm} (conforme sufixo): B (200 V)
D (400 V)
E (500 V)
M (600 V)

I_t - 25 A
I_h - 50 mA
V_{g_{tm}} - -2,5 V



fonte de luz para esse circuito. Nesta mesma série de Circuitos & Soluções demos circuitos de inversores que podem ser empregados com este circuito.

O *layout* da placa desenhado na **figura 2** prevê o uso de um relé com soquete DIL. Se for empregado outro tipo de relé, o desenho da placa deverá ser alterado.

Será conveniente que o fio de ligação da bateria às lâmpadas alimentadas (passando pelo sistema) não seja muito longo para que sejam evitadas perdas.

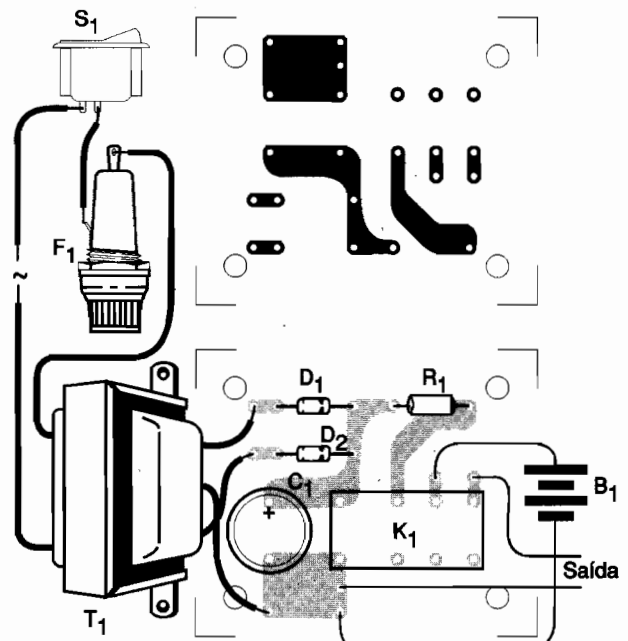


Figura 2

Lista de Material

D_1, D_2 - 1N4002 - diodos retificadores de silício
 T_1 - Transformador com primário conforme rede de energia e secundário de 6 ou 12 V com corrente de 300 a 500 mA.
 K_1 - Relé de 6 ou 12 V com corrente de bobina até 100 mA
 C_1 - 470 μ F x 25 V - capacitor eletrolítico
 R_1 - 47 Ω x 5 W - resistor de fio
 F_1 - 1 A - fusível
 S_1 - Interruptor simples
Diversos: placa de circuito impresso, suporte para fusível, caixa para montagem, sistema de lâmpadas de 6 ou 12 V conforme capacidade de alimentação da bateria, fios, solda, etc.

REGULADOR DC DE 1,2 V A 32 V - 3 A

O circuito ilustrado na **figura 1** pode funcionar como um *dimmer* de corrente contínua para cargas até 3 A. Trata-se de uma configuração ideal para controlar a velocidade de motores de corrente contínua e o brilho de lâmpadas incandescentes. Outra aplicação é no controle de elementos de aquecimento de pequenas estufas ou fornos.

A faixa de tensões de saída que podem ser obtidas vai de 1,2 V a 35 V. Não se consegue o 0 V, pois o zener interno do circuito integrado LM350 limita esse valor a 1,2 V. A tensão de entrada deve ser pelo menos 2 V maior que a tensão máxima que se deseja na saída. O valor absoluto máximo da tensão que podemos aplicar à entrada é 37 V.

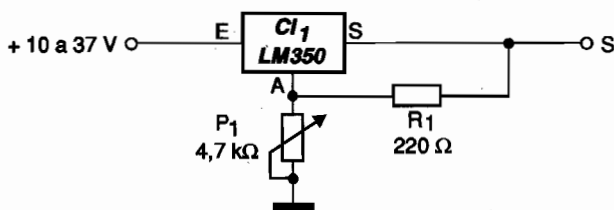


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do regulador.

O desenho da placa é feito para o LM350T que tem invólucro do tipo TO-220. Para os CIs da série AK ou K que possuem invólucros metálicos, a disposição dos componentes deve ser alterada.

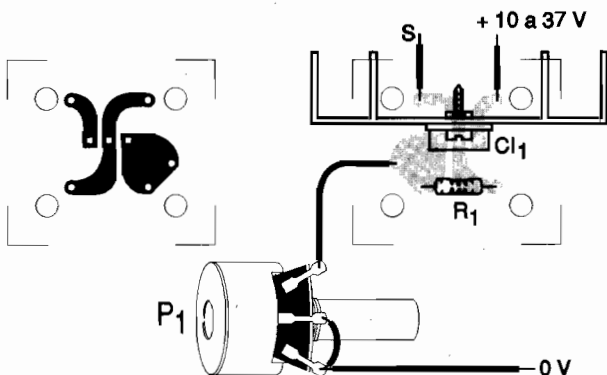


Figura 2

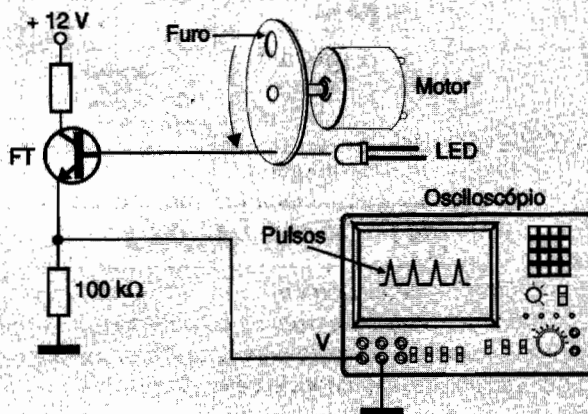
INFORMAÇÃO

Medida de Rotação de Motores - 2

Na **figura abaixo** apresentamos uma disposição simples para medir opticamente a rotação de um motor com a ajuda de um osciloscópio.

Nesse arranjo usamos um LED como fonte de luz e um fototransistor para receber os pulsos de luz produzidos pela passagem de um disco perfurado. O disco é acoplado ao motor de modo que para cada volta tenhamos um pulso.

Os pulsos são visualizados na tela do osciloscópio. Conhecendo o tempo por divisão na escala ajustada para o osciloscópio, podemos determinar o tempo entre os pulsos e a partir desse valor calcular a rotação do motor. Dependendo da sensibilidade do fototransistor, o resistor de 100 k pode precisar ser aumentado.



Lista de Material

CI_1 - LM350T - circuito integrado regulador de tensão

P_1 - 4,7 kΩ - potenciômetro linear

R_3 - 220 kΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, marrom

Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

PWM PARA PONTE H

Na **figura 1** temos um circuito de controle PWM para uma ponte H, cuja corrente máxima depende exclusivamente do transistor Q_1 . Para o tipo indicado, correntes de alguns ampères podem ser controladas com facilidade. Dependendo do motor usado, para que não ocorram oscilações o valor de P_1 pode ser alterado. A tensão de alimentação do circuito excitador não precisa ser obrigatoriamente a mesma tensão de alimentação da ponte H e, portanto, do motor controlado.

Este circuito controla a velocidade do motor pela largura dos pulsos de corrente contínua aplicados. A ponte H, por outro lado, serve para inverter o sentido de rotação do motor. Nesta mesma série de livros (Circuitos & Soluções) damos diversos circuitos de ponte H compatíveis com esta aplicação.

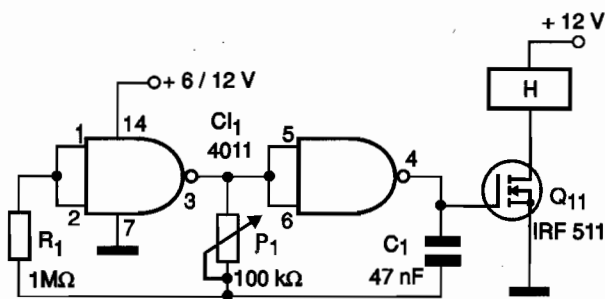


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do controle.

As outras duas portas do 4011 podem ser utilizadas com outras finalidades no mesmo projeto, uma vez que são independentes. O transistor de efeito de campo de potência admite equivalentes e deve ser montado em radiador de calor.

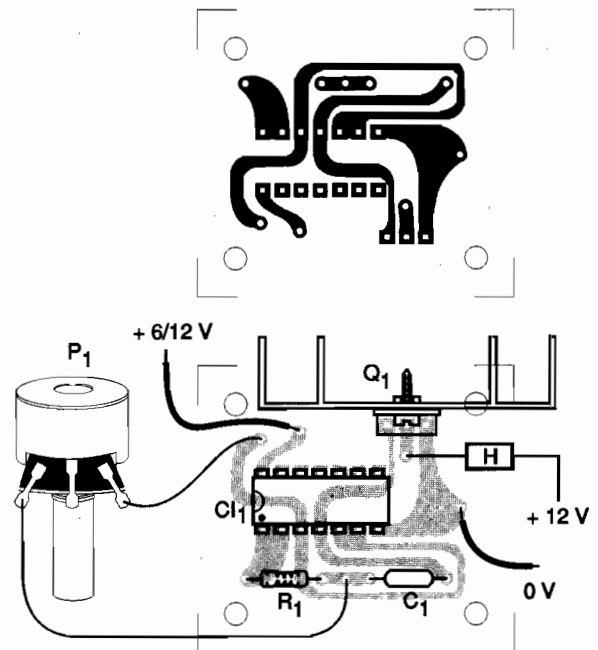


Figura 2

Lista de Material

- CI_1 - 4011 - circuito integrado CMOS
- Q_1 - IRF511 ou equivalente - FET de potência
- R_1 - 1 MΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
- P_1 - 100 kΩ - potenciômetro
- C_1 - 47 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, botão para o potenciômetro, radiador de calor, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

TL071

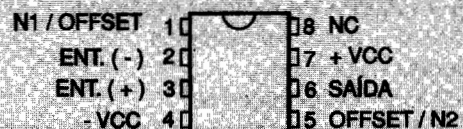
Amplificador Operacional com FET na Entrada

O TL071 consiste de um amplificador operacional em invólucro DIL de 8 pinos com característica de impedância de entrada extremamente alta (10 elevado ao expoente 12 Ω). Além do elevado ganho

e baixíssima distorção harmônica, este CI possui proteção contra curto-circuito na saída. Na **figura 3** temos a pinagem desse componente.

Características:

- Tensão máxima de alimentação: 18-0-18 V
- Faixa de Frequências: 3 MHz
- Resistência de entrada: $10^{12} \Omega$
- Corrente de alimentação (tip): 1,4 mA
- Distorção harmônica total (tip): 0,003%



OSCILADOR COM FET E VARICAP

Com o oscilador ilustrado na **figura 1** é possível gerar sinais numa faixa de frequências que pode ser centralizada em valores entre 1 MHz e 30 MHz tipicamente, dependendo apenas da bobina utilizada. Para uma bobina com 10 + 3 espiras, a faixa estará em torno de 30 MHz. O ajuste fino da frequência é feito pela tensão de controle V_c aplicada ao varicap. Esta tensão pode estar entre 0 e 20 V, lembrando que, com a tensão maior temos a menor capacitância e, portanto, a maior frequência.

Os capacitores devem ser cerâmicos e o consumo do circuito é extremamente baixo, o que permite o uso de pilhas ou bateria como fonte de alimentação. O transistor admite equivalentes assim como o *varicap*. Transistores equivalentes ao BF245 (como o MPF102) podem ser utilizados, devendo o montador apenas atentar para a disposição dos terminais que pode ser diferente.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do circuito. Para

faixas de frequências inferiores a 2 MHz, a bobina deve ter núcleo de ferrite.

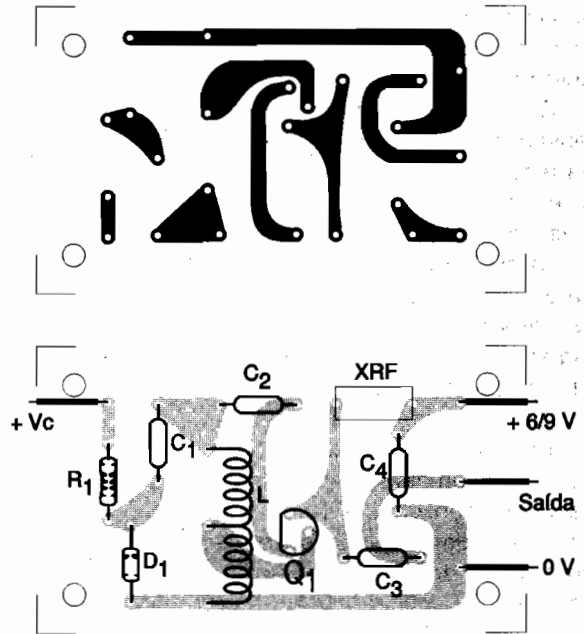


Figura 2

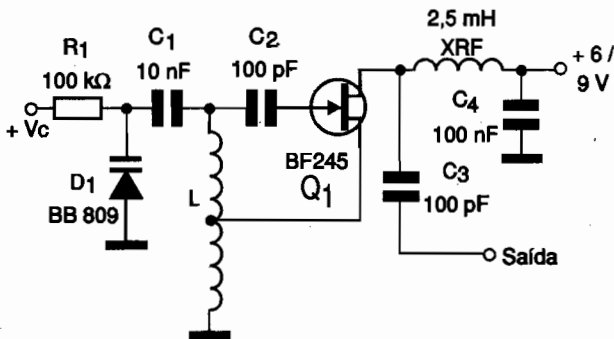


Figura 1

Lista de Material

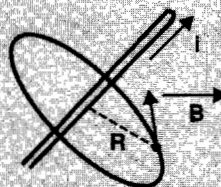
- Q_1 – BF245 ou equivalente – FET de junção
- D_1 – BB809 ou equivalente – varicap
- R_1 – 100 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, amarelo
- C_1 – 10 nF – capacitor cerâmico
- C_2, C_3 – 100 pF – capacitores cerâmicos
- C_4 – 100 nF – capacitor cerâmico
- L_1 – Bobina – ver texto
- XRF – 2,5 mH – choque de RF
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, fonte de alimentação, fonte de tensão de controle, etc.

INFORMAÇÃO

Campo de Um Condutor Reto (Fórmula)

O campo magnético (vetor B) em torno de um condutor percorrido por uma corrente de intensidade i , tem sua orientação dada pela "regra do saca-rolhas" e sua intensidade dada pela fórmula junto à figura abaixo.

Campo de um condutor reto



$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi R}$$

B = Campo (tesla)

$\mu_0 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ T.m/A}$

i = Intensidade da corrente (A)

PONTE H COM FETS DE POTÊNCIA

Com uma ponte H é possível inverter o sentido de rotação de um motor de corrente contínua. O circuito mostrado na **figura 1** permite o controle de motores de até mais de 3 A de corrente, dependendo apenas dos transistores usados, a partir dos níveis lógicos aplicados na entrada.

O circuito é compatível com lógica C MOS e a tensão de alimentação do motor pode ser separada da tensão que alimenta o circuito integrado. Com o nível alto temos a rotação do motor num sentido, e no nível baixo a rotação no sentido oposto.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para a montagem da ponte H, observando-se que os transistores de potência devem ser dotados de radiadores de calor. Também é importante que as trilhas que conduzem mais corrente sejam mais grossas, ou seja, as trilhas que alimentam o motor.

Transistores equivalentes podem ser utilizados, sem problemas. Eventualmente, um capacitor despolarizado de 1 a 10 μF deverá ser ligado em paralelo com o motor se ele tender a interferir no circuito de controle pela comutação de suas escovas.

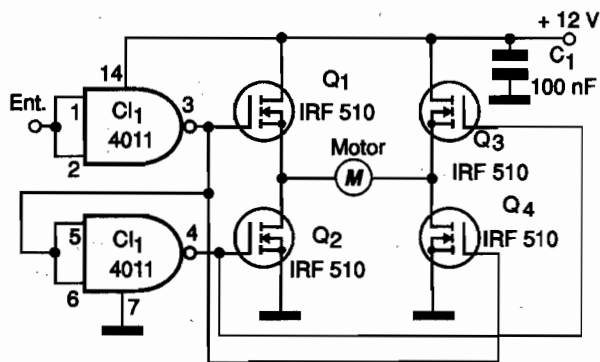


Figura 1

Lista de Material

CI₁ – 4011 – circuito integrado CMOS
 Q₁ a Q₄ – IRF510 ou equivalentes – MOSFETs de Potência
 C₁ – 100 nF – capacitor cerâmico
 M – motor conforme a aplicação
 Diversos: placa de circuito impresso, radiadores de calor para os transistores, fios, solda, etc.

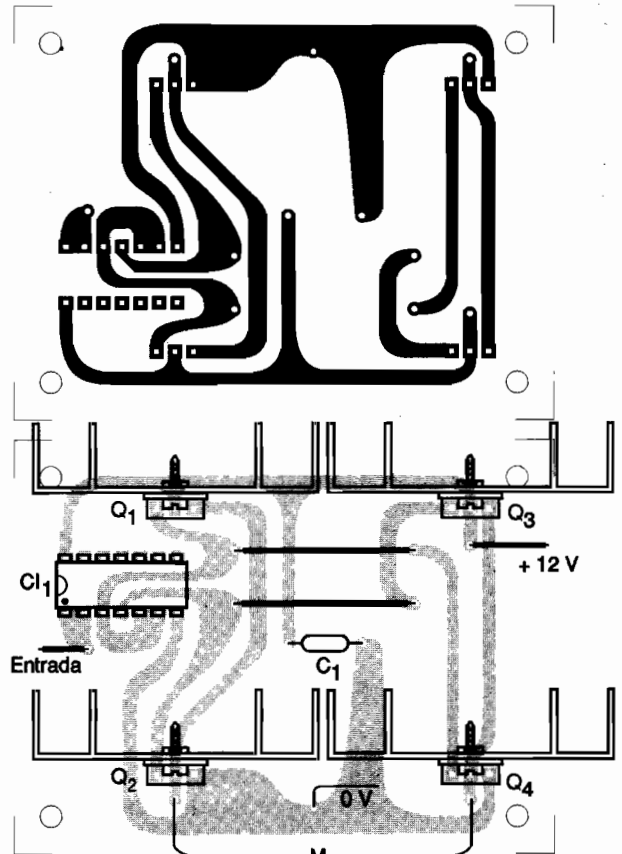


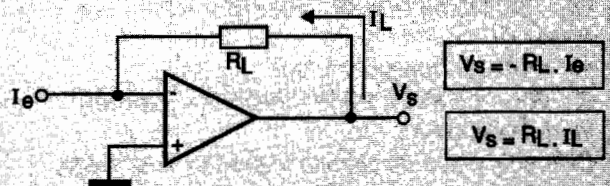
Figura 2

INFORMAÇÃO

Conversor Corrente/Tensão

Muitos sensores de uso industrial fornecem em sua saída uma corrente proporcional a uma certa grandeza física. Essa corrente precisa ser convertida em uma tensão equivalente para atuar sobre interfaces de medida como, por exemplo, conversores analógico-digitais. Essa conversão pode ser feita por um amplificador operacional na configuração mostrada na **figura 3**.

As fórmulas para calcular a tensão obtida são dadas junto à figura.



ZENER AJUSTÁVEL

O circuito apresentado na **figura 1** simula um diodo zener de potência (que depende de Q_2) na faixa de 0,6 a 4 V. O valor da tensão zener obtida é ajustado em P_1 . A corrente máxima depende do transistor Q_2 , sendo de 100 mA para o BC548 e 500 mA para o BD135. No caso do BD, para uma operação com corrente maior, deve ser utilizado um radiador de calor.

Se bem que o circuito tenha características próximas de um zener convencional, sua linearidade não é a mesma, o que deve ser considerado em uma eventual aplicação prática.

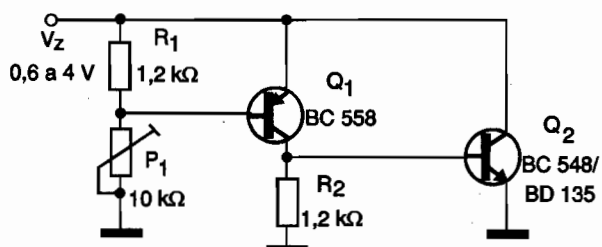


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse zener improvisado.

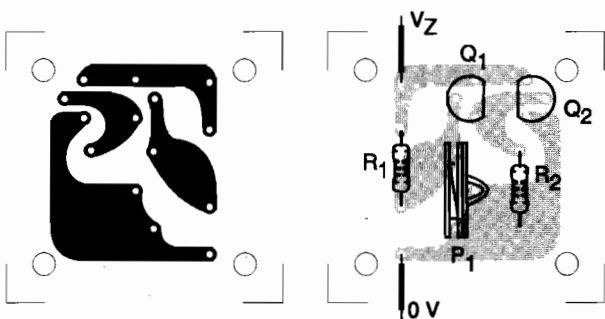


Figura 2

Lista de Material

- Q_1 – BC558 ou equivalente – transistor PNP de uso geral
- Q_2 – BC548 ou BD135 – transistor NPN – ver texto
- P_1 – 10 kΩ – trimpot
- R_1, R_2 – 1,2 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, verde, vermelho
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

IRF510/511/512/513

Transistores de Efeito de Campo de Potência (Power MOSFETs)

Os transistores de potência da série IRF510 podem operar com correntes máximas de 3,5 a 4 A, conforme características dadas abaixo e são fornecidos em invólucros plásticos TO-220. A pinagem para estes transistores é exibida na **figura 3**.

Características:

- IRF510 – 100 V/0,6 Ω/4 A
- IRF511 – 80 V/0,6 Ω/4 A
- IRF512 – 100 V/0,8 Ω/3,5 A
- IRF513 – 80 V/0,8 Ω/3,5 A
- P_d – 20 W
- $V_{gs}(\text{máx})$: +/- 20 V
- C_i (máx): 150 pF

Obs.: A resistência indicada nas características é R_{ds} , resistência entre dreno e fonte com o transistor saturado.



- P_d - 20 W
- V_{gs} - + 20 V
- c_i - 150 pF (máx)

FOTOTRANSISTOR AC

Na **figura 1** mostramos como utilizar um fototransistor para detectar num circuito de corrente alternada. Observe que a tensão de excitação pode ser alternada, mas no fototransistor ela circula em um único sentido. Isso permite que esse componente seja utilizado para provocar variações de uma corrente alternada em função da intensidade da luz que nele incide. O fototransistor admite equivalentes em função da aplicação, e os diodos são de uso geral (de silício). Para maior sensibilidade, dada a menor tensão de barreira, pode-se empregar diodos de germânio.

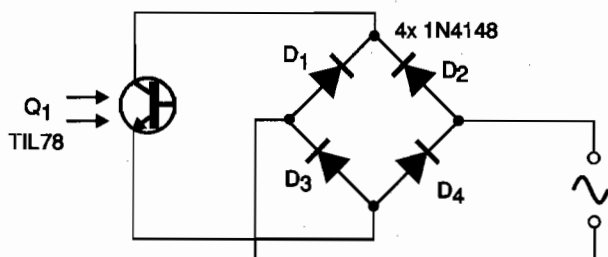


Figura 1

Uma sugestão de placa muito simples para esta aplicação é dada na **figura 2**.

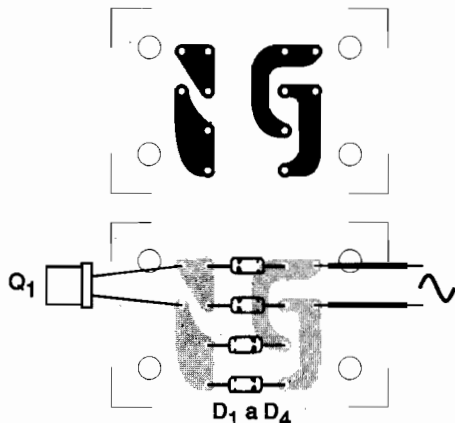


Figura 2

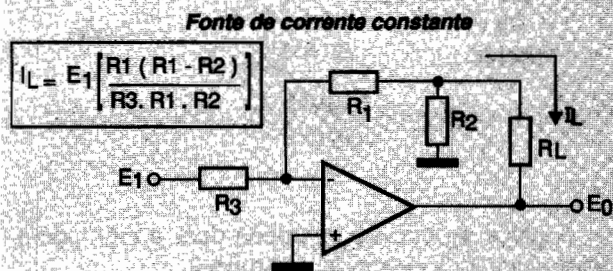
Lista de Material

Q_1 – TIL78 ou equivalente – qualquer fototransistor
 D_1 a D_4 – 1N4148 – diodos de uso geral
 Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Fonte de Corrente Constante/Seguidor de Tensão

Na **figura 3** temos a configuração básica de um amplificador operacional para implementar uma fonte de corrente constante. Lembramos que neste circuito, a corrente máxima está limitada pelas características de saída do amplificador operacional utilizado. A fórmula para a determinação da intensidade da corrente obtida está junto ao diagrama.



Seguidor de Tensão

Na mesma **figura 3** exibimos também a configuração de um seguidor de tensão com amplificador operacional. Em um seguidor de tensão, a tensão de saída é igual à tensão de entrada. No entanto, a impedância de entrada é extremamente elevada (infinita na teoria) e muito baixa na saída (zero na teoria). Os seguidores de tensão são empregados como casadores de impedâncias.

PORTA NOR TRANSISTORIZADA

Podemos implementar uma porta NOR com apenas um transistor, usando a configuração ilustrada na **figura 1**. Esse circuito aciona um LED em sua saída, mas pode ser utilizado para excitar uma porta convencional TTL ou CMOS, dependendo apenas de sua alimentação e de eventual alteração de R_2 . Neste caso temos uma porta de duas entradas, mas o número pode ser aumentado com o simples acréscimo de diodos.

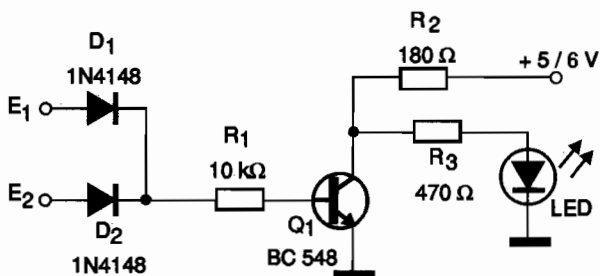


Figura 1

A placa de circuito impresso para a montagem desse circuito é mostrada na **figura 2**.

Uma aplicação interessante para esse circuito é na simulação de funções lógicas em aulas de eletrônica digital.

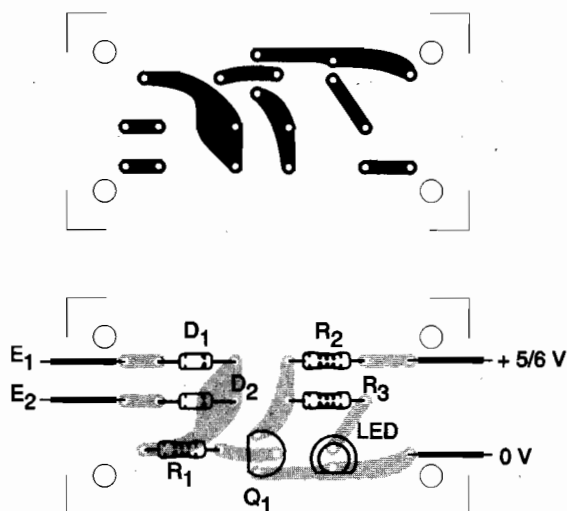


Figura 2

Lista de Material

- Q_1 – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
- D_1, D_2 – 1N4148 – diodos de uso geral
- LED – LED vermelho comum
- R_1 – $10\text{ k}\Omega \times 1/8\text{ W}$ – resistor – marrom, preto, laranja
- R_2 – $180\ \Omega \times 1/8\text{ W}$ – resistor – marrom, cinza, marrom
- R_3 – $470\ \Omega \times 1/8\text{ W}$ – resistor – amarelo, violeta, marrom
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

TL060

Amplificador Operacional com FET

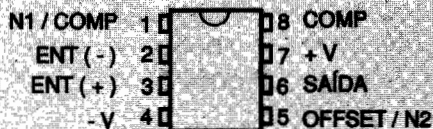
Este amplificador operacional possui transistores de efeito de campo na etapa de entrada, o que lhe garante uma elevadíssima impedância de entrada: 10 elevado ao expoente 12 Ω . O invólucro é DIL de 8 pinos e o circuito é dotado de proteção contra curto-circuito na entrada. Na **figura 3** temos a pinagem do circuito.

Características:

- Tensão máxima de alimentação: 18-0-18 V
- Faixa Passante: 1 MHz
- Resistência de entrada: $10^{12}\ \Omega$
- Corrente de alimentação: 250 μA

TL060

Amplificador Operacional com FET



AMPLIFICADOR LOGARÍTMICO

O ganho do circuito apresentado na **figura 1** depende da intensidade dos sinais de entrada. Com sinais fracos o ganho é maior, e esse ganho cai numa escala logarítmica à medida que a intensidade dos sinais de entrada aumenta. A fonte de alimentação deve ser simétrica e o amplificador operacional pode ser substituído por equivalentes. O circuito se baseia na característica não linear de realimentação dada pelo transistor. O ajuste de simetria do sinal é feito em P_1 . O capacitor C_1 determina o limite superior das frequências com que o circuito pode operar.

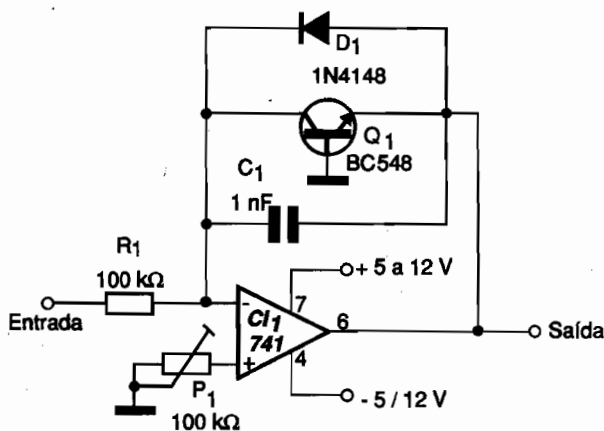


Figura 1

A placa de circuito impresso para a montagem desse amplificador é vista na **figura 2**.

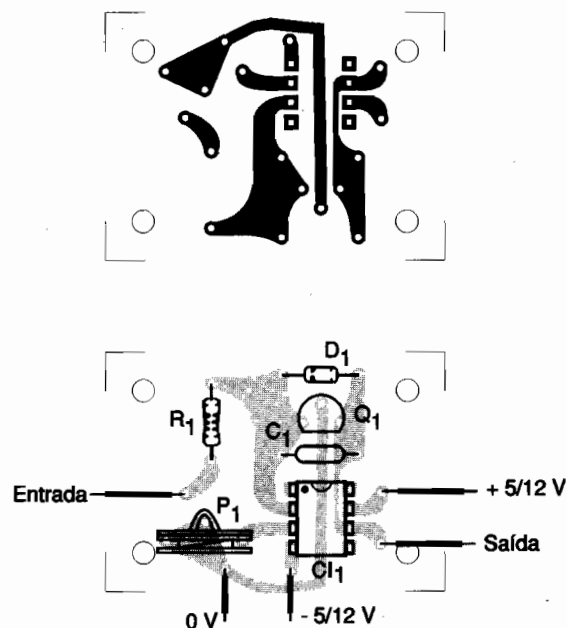


Figura 2

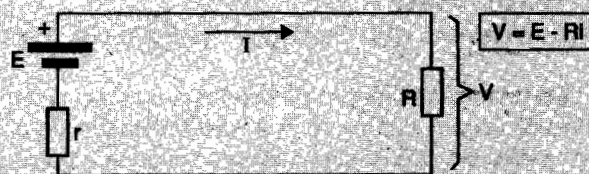
Lista de Material

- CI_1 – 741 ou equivalente – amplificador operacional
- Q_1 – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
- D_1 – 1N4148 – diodo de silício
- R_1 – 100 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, amarelo
- P_1 – 100 kΩ – trimpot
- C_1 – 1 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Equação do Gerador

Um gerador não pode entregar toda sua energia a um circuito externo, dada a existência de uma resistência externa. A equação do gerador permite determinar a corrente num circuito alimentado por ele em função de sua resistência interna e a partir dela temos outras informações, tais como a tensão no circuito externo em função da força eletromotriz e a potência entregue ao circuito externo.



CONTROLE DE MOTOR POR LUZ COM TRANSISTOR PNP

O circuito mostrado na **figura 1** aciona um motor de corrente contínua quando luz incide sobre um sensor (LDR). A corrente máxima do motor para esta configuração é da ordem de 1 A. O resistor R_1 determina a sensibilidade do circuito à luz e para um controle remoto por uma lanterna, o sensor deve ser instalado em um tubinho opaco.

Podemos usar este circuito num carrinho ou outro veículo controlado por luz em uma aplicação mecatrônica. A alimentação pode ser feita a partir de pilhas ou bateria na faixa de tensões indicada no diagrama. Transistores Darlington equivalentes podem ser utilizados. Em alguns casos pode ser necessário ligar um diodo em paralelo com o motor.

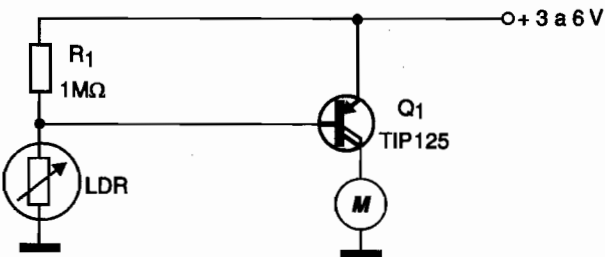


Figura 1

A placa de circuito impresso para a montagem desse aplicativo é ilustrada na **figura 2**.

O transistor de potência deve ser montado em radiador de calor.

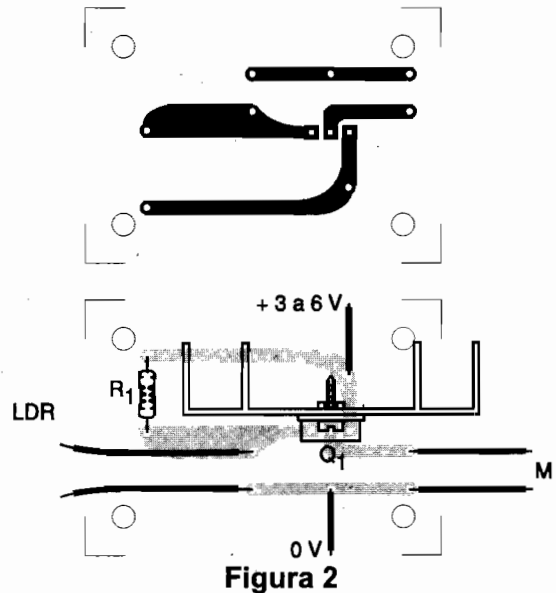


Figura 2

Lista de Material

- Q_1 – TIP125 – transistor Darlington PNP de potência
- LDR – Foto-resistor comum
- R_1 – 1 M Ω x 1/8 W – resistor – marrom, preto, verde
- M – motor de corrente contínua
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para o transistor, fios, solda, etc.

freqüência. A identificação dos terminais para esse componentes é fornecida na **figura 3**.

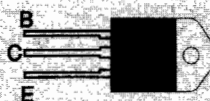
- Características:**
- V_{cb} – TIP140: 60 V
 - TIP141: 80 V
 - TIP142: 100 V
 - I_c – 10 A
 - P_d – 125 W
 - h_{FE} Min: 1000

INFORMAÇÃO

TIP140/141/142 Transistores NPN Darlington de Potência

Os transistores indicados possuem uma corrente máxima de coletor de 10 A e são indicados para aplicações em circuitos de corrente contínua e baixa

TIP140/141/142 (NPN)



CASADOR DE IMPEDÂNCIAS

O circuito exibido na **figura 1** casa uma alta impedância de entrada com uma baixa impedância na saída, podendo ser empregado com microfones e outras fontes de áudio. A corrente consumida é de apenas 4 mA e se o circuito for utilizado em áudio cuidados com a blindagem dos cabos de entrada deverão ser tomados. Transistores equivalentes ao BF245 podem ser usados para o FET. Deve-se apenas ter atenção com as pinagens dos equivalentes, como o MPF102, que podem ser diferentes.

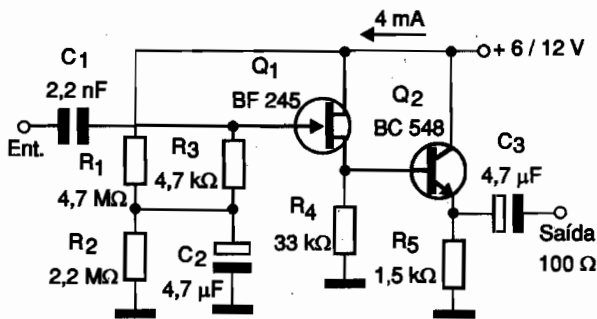


Figura 1

Na **figura 2** temos a disposição dos componentes numa placa de circuito impresso.

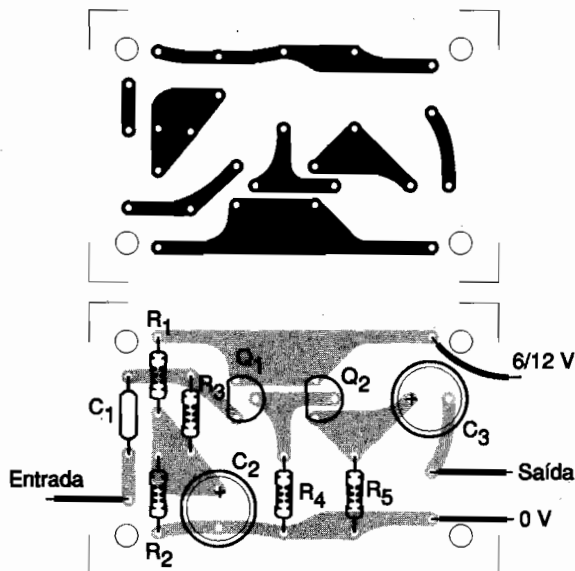


Figura 2

Lista de Material

- Q_1 – BF245 – transistor de efeito de campo JFET
- Q_2 – BC548 – transistor NPN de uso geral
- R_1 – 4,7 MΩ x 1/8 W – resistor – amarelo, violeta, verde
- R_2 – 2,2 MΩ x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, verde
- R_3 – 4,7 kΩ x 1/8 W – resistor – amarelo, violeta, vermelho
- R_4 – 33 kΩ x 1/8 W – resistor – laranja, laranja, laranja
- R_5 – 1,5 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, verde, vermelho
- C_1 – 2,2 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
- C_2, C_3 – 4,7 μF x 6 V – capacitores eletrolíticos
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Variação da Resistência com a Temperatura (Fórmula)

O aquecimento de um corpo homogêneo condutor, cujo coeficiente de temperatura seja alfa (α) é dado pela fórmula:

$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta\theta)$$

R = resistência final em Ω

R_0 = resistência inicial em Ω

α = coeficiente de temperatura do material ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

$\Delta\theta$ = variação de temperatura em graus centígrados

DIVISOR BINÁRIO

Com o circuito apresentado na **figura 1** temos a divisão de freqüências de um sinal digital (retangular) por 2, 4, 8 e 16. Como esse circuito é usado normalmente para fazer projetos mais complexos e tem apenas um componente, não precisamos dar a placa de circuito impresso para sua montagem.

Lembramos que os sinais de entrada devem ser livres de deformações e perfeitamente retangulares. Um circuito "debouncer" deverá ser usado se o sinal for ruidoso.

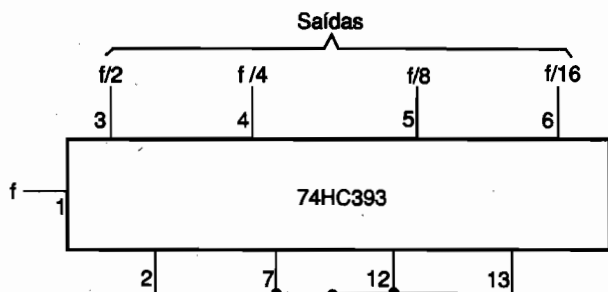


Figura 1

INFORMAÇÃO

TIP42

Transistor PNP de Potência

O transistor TIP42 pode ser encontrado com diversos sufixos que dependem da tensão máxima que ele suporta entre o coletor e o emissor. Este componente é utilizado basicamente em fontes chaveadas, controles de potência, *drivers* de potência, amplificadores de áudio e outras aplicações que envolvam sinais de baixa freqüência e corrente contínua. Na **figura 2** temos o seu invólucro com a identificação dos seus terminais.

As características são:

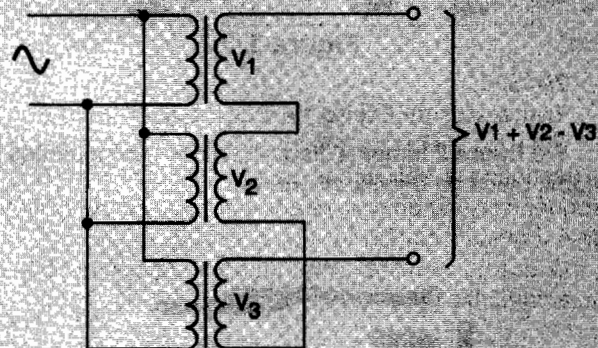
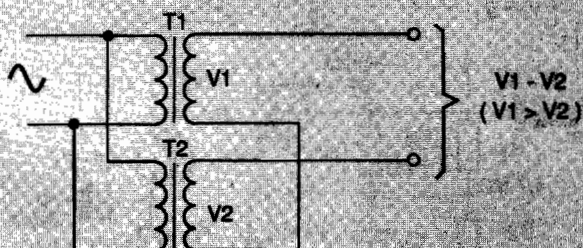
	TIP 42	TIP 42 A	TIP 42 B	TIP 42 C	
V _{CB}	-40	-60	-80	-100	V
V _{CE}	-40	-60	-80	-100	V
I _C	-6	-6	-6	-6	A
P _T	65	65	65	65	W
f _T	3	3	3	3	MHz
h _{FE}	15-75	15-75	15-75	15-75	min- máx

INFORMAÇÃO

Associação de Transformadores

Transformadores podem ter seus enrolamentos secundários associados no sentido de se somar ou obter a diferença de suas tensões. Assim, quando os enrolamentos são associados em série e em fase, suas tensões se somam. Quando os enrolamentos são ligados em oposição de fase, suas tensões se subtraem. Na **figura 3** temos alguns exemplos.

Associação de transformadores - 2



TIP 42

Transistor PNP de silício de potência



PRÉ-AMPLIFICADOR PARA CAPTADOR TELEFÔNICO

Com o circuito da **figura 1**, uma bobina captadora telefônica (chamada pelos radioamadores "maricota") pode ser usada para excitar um amplificador ou mesmo transmissor. A bobina consta de muitas

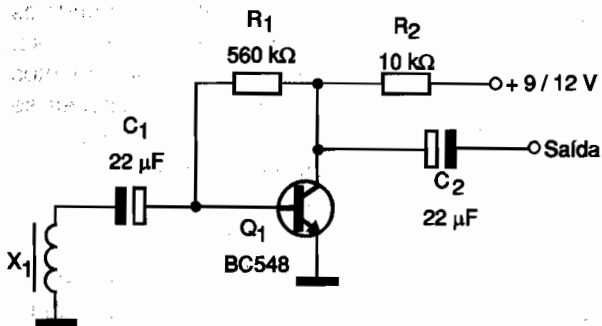


Figura 1

INFORMAÇÃO

2N3822

Transistor de Efeito de Campo de Uso Geral

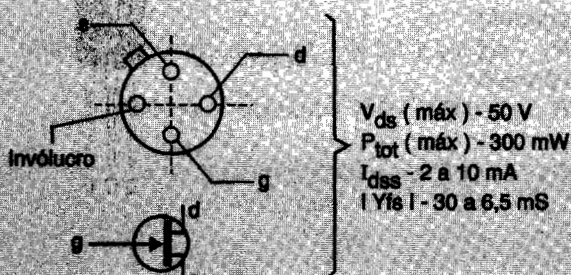
Este transistor de efeito de campo de canal N é destinado a aplicações gerais de baixa e média frequências, sendo encontrado em invólucro metálico de 4 terminais conforme ilustrado na **figura 3**.

O quarto terminal está ligado ao invólucro que atua como blindagem.

Características:
 $V_{ds}(\text{máx})$: 50 V
 $P_{tot}(\text{máx})$: 300 mW
 I_{dss} : 2 a 10 mA
 $[Y_{fs}]$: 2,0 a 6,5 mS

2N3822

FET - Canal N - uso geral



espiras (mais de 2 000) de fio muito fino e é dotada de uma ventosa para acoplamento ao fone de um telefone comum.

O sinal de baixa intensidade passa por um circuito amplificador cujo ganho depende basicamente de R_1 . A alimentação pode ser feita por bateria ou fonte, e o circuito tem um consumo muito baixo.

A placa de circuito impresso para a montagem desse circuito é mostrada na **figura 2**.

Lembramos que o amplificador no qual este circuito vai ser ligado deve ter um bom ganho. O circuito também pode ser ligado à entrada de microfone de um transmissor. Em um pequeno transmissor de FM ele serve para ouvir conversas telefônicas.

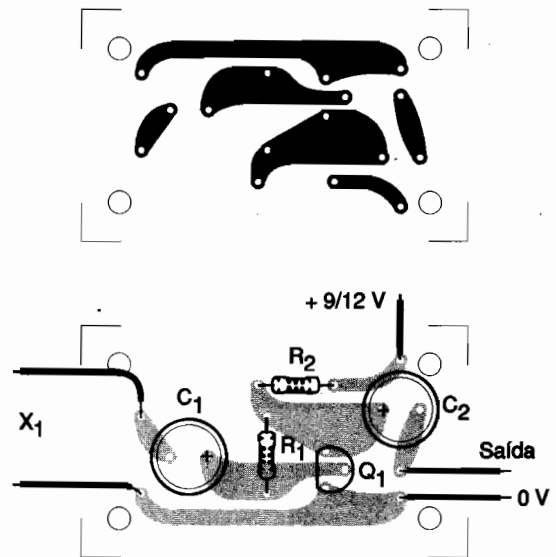


Figura 2

Lista de Material

Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
 X_1 - Bobina captadora telefônica - ver texto
 R_1 - 560 k Ω x 1/8 W - resistor - verde, azul, amarelo
 R_2 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 C_1, C_2 - 22 μ F x 12 V - capacitores eletrolíticos
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

GERADOR DE RUÍDO BRANCO

O ruído branco se caracteriza por ter uma amplitude uniforme dentro de uma certa faixa de frequências. Na **figura 2** temos um circuito gerador de ruído branco que aproveita a agitação térmica dos átomos da junção de um diodo semiconductor comum. Pode ser usado qualquer diodo comum para esta aplicação e o circuito funcionará melhor com tensões mais altas. O sinal deve ser aplicado à entrada de um bom amplificador.

INFORMAÇÃO

BAT81

Diodo Schottky

Este diodo é indicado para aplicações de baixa potência e tem o seu invólucro exibido na **figura** abaixo.

Características:

- $V_R - 40\text{ V}$
- $I_F - 30\text{ mA}$
- $t_{rr} - 1\text{ ns}$
- $C_d < 1,6\text{ pF}$
- $V_f < 410\text{ mV a } I_f = 1\text{ mA}$

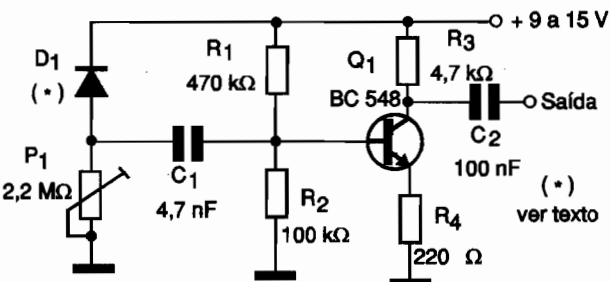


Figura 1

Na **figura 2** vemos a placa de circuito impresso para este simples circuito.

O cabo de ligação ao amplificador deve ser blindado e como o consumo é muito baixo, pode ser usada uma bateria para sua alimentação.

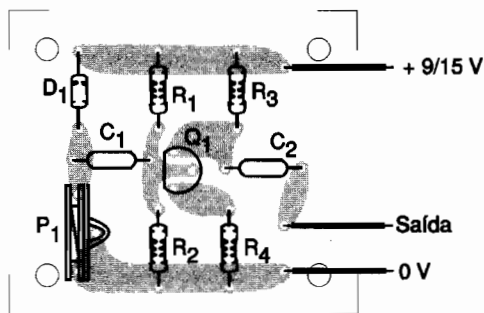
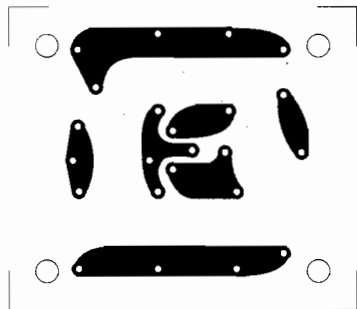


Figura 2

Lista de Material

- $Q_1 - BC548$ ou equivalente – transistor NPN de uso geral
- $D_1 - 1N4148$ ou qualquer outro diodo de uso geral
- $R_1 - 470\text{ k}\Omega \times 1/8\text{ W}$ – resistor – amarelo, violeta, amarelo
- $R_2 - 100\text{ k}\Omega \times 1/8\text{ W}$ – resistor – marrom, preto, amarelo
- $R_3 - 4,7\text{ k}\Omega \times 1/8\text{ W}$ – resistor – amarelo, violeta, vermelho
- $R_4 - 220\ \Omega \times 1/8\text{ W}$ – resistor – vermelho, vermelho, marrom
- $C_1 - 4,7\text{ nF}$ – capacitor cerâmico ou poliéster
- $C_2 - 100\text{ nF}$ – capacitor cerâmico ou poliéster
- $P_1 - 2,2\text{ M}\Omega$ – trimpot
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

60 HZ TTL

Na figura 1 temos um circuito para se obter uma base de tempo de 60 Hz a partir da rede de energia. Esse circuito pode ser usado como base para instrumentos de medida (freqüencímetros, cronômetros, etc.) empregando tecnologia TTL. O resistor R_3 eventualmente poderá ser alterado para se obter melhor excitação.

Se a aplicação for um relógio ou cronômetro e ele tender a um adiantamento devido à presença de muitos transientes na rede, um capacitor de 1 nF a 10 nF deverá ser ligado em paralelo com R_3 . O transformador pode ter qualquer corrente e até mesmo pode ser o utilizado para alimentar o restante do circuito, mas antes de D_1 .

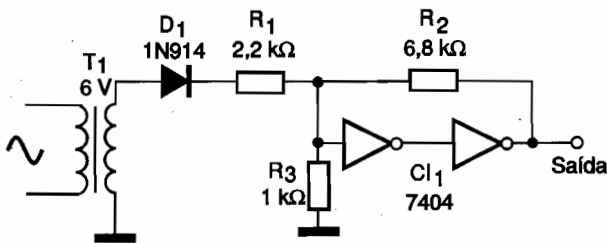


Figura 1

Na figura 2 observamos a placa de circuito impresso para a montagem dessa base de tempo. Os outros inversores do 7404 podem ser empregados em outras funções do mesmo circuito pois são independentes.

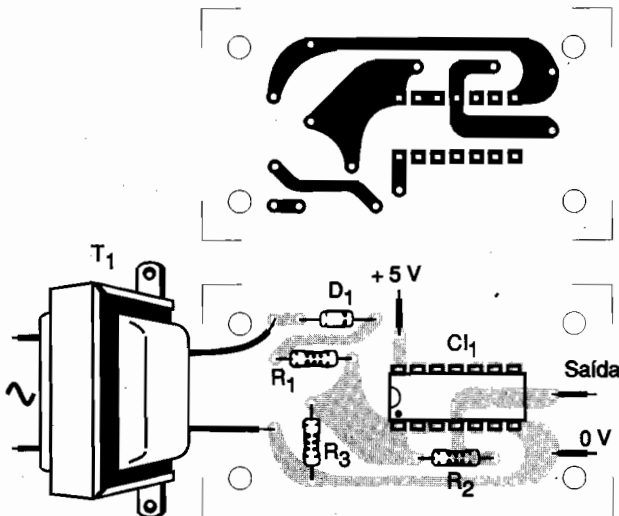


Figura 2

Lista de Material

CI_1 – 7404 – Circuito Integrado TTL – seis inversores
 D_1 – 1N914 ou 1N4148 – diodo de uso geral
 T_1 – Transformador com primário de acordo com a rede de energia e secundário de 6 V com qualquer corrente a partir de 50 mA
 R_1 – 2,2 kΩ x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, vermelho
 R_2 – 6,8 kΩ x 1/8 W – resistor – azul, cinza, vermelho
 R_3 – 1 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, vermelho
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Soma Binária:

As regras para a soma binária são:

0 + 0 = 0
 0 + 1 = 1
 1 + 0 = 1
 1 + 1 = 1 (vai um)

Subtração Binária:

As regras para a subtração binária são:

0 - 0 = 0
 0 - 1 = 1 (empresta 1)
 1 - 0 = 0
 1 - 1 = 0

TRANSMISSOR DE FM POTENTE

Com uma boa antena externa, este transmissor com seus vários watts de potência, consegue alcançar distâncias superiores a 5 km em locais de topografia favorável. No entanto, por se tratar de montagem crítica, só deve ser realizada por leitores que tenham experiência com este tipo de circuito. Além disso, devem ser consideradas em conta as restrições legais quanto ao uso deste circuito.

O transmissor, cujo diagrama é ilustrado na **figura 1**, tem diversos ajustes (3 trimmers), os quais devem ser realizados com a ajuda de carga fantasma ou ainda com um medidor de intensidade de campo. A carga para ajuste pode ser uma lâmpada de 6 ou 12 V x 200 mA. A modulação vem de um mixer ou outra fonte equivalente de sinais.

L_3 - 4 espiras de fio 12 em forma de 1 cm sem núcleo.

O transistor 2N3866 deve ser dotado de radiador de calor. Se for usada fonte externa, ela deverá ter excelente filtragem para que não ocorram roncões na transmissão.

INFORMAÇÃO

Transistor de Potência para Transmissores: 2N3866

Transistor NPN amplificador de VHF e UHF ou oscilador. Este transistor é muito empregado em etapas amplificadoras (drivers) e de saída de transmissores, chegando a fornecer uma potência de saída de 2 W com excitação de 100 mW. O invólucro é o TO-39 mostrado na **figura abaixo**.

Características:(máximos)

- V_{ceo} - 30 V
- V_{cb} - 55 V
- V_{CE} - 3,5 V
- I_c - 400 mA
- P_d - 5 W
- f_T - 800 MHz (tip)
- h_{FE} - 10 a 200

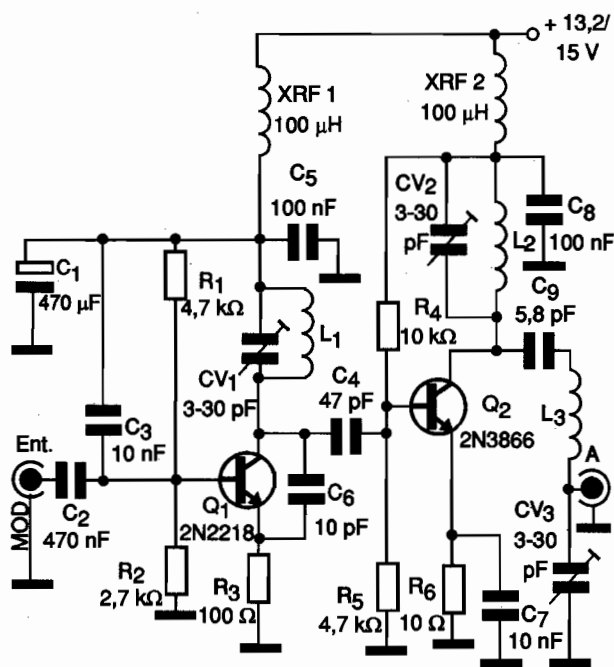


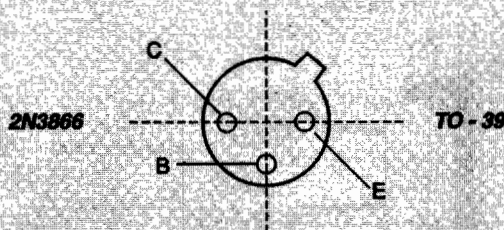
Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso. Será conveniente blindar as duas etapas amplificadoras.

As bobinas têm as seguintes características:

L_1 - 4 espiras de fio 18 em forma de 5 mm sem núcleo

L_2 - 5 espiras de fio 12 em forma de 5 mm sem núcleo



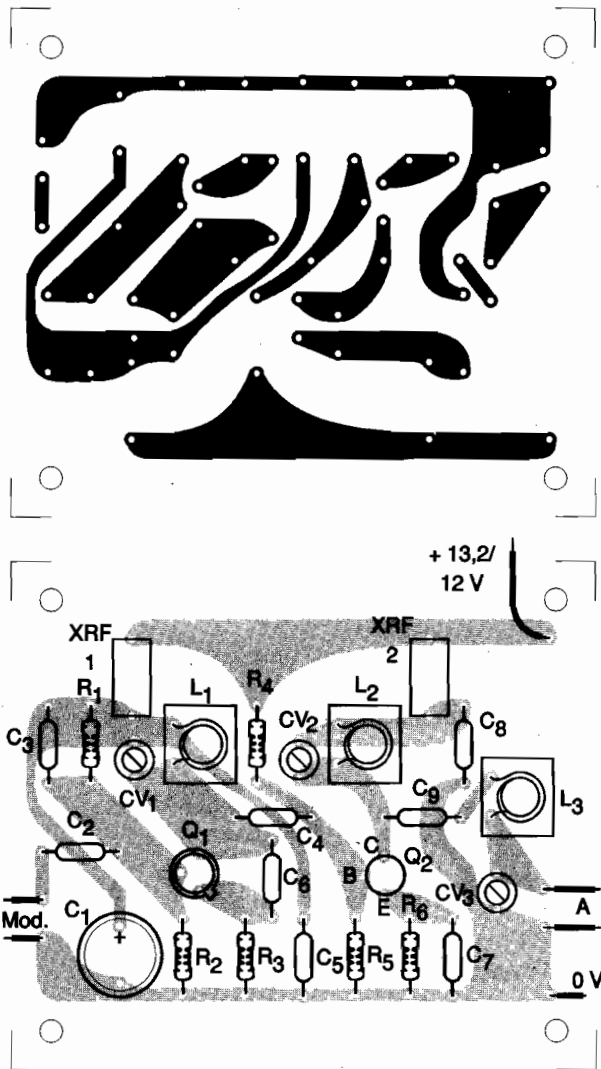


Figura 2

INFORMAÇÃO

Transistor de Potência para Transmissores:

2N3553

Transistor NPN de RF para VHF e UHF - Este transistor fornece uma saída que chega aos 2,5 W até 250 MHz e 1,5 W em 500 MHz. É utilizado como

Lista de Material:

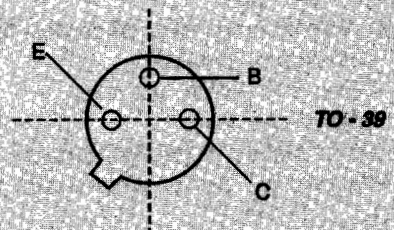
- Q₁ - 2N2218 - Transistor NPN de RF
- Q₂ - 2N3866 - transistor NPN de Potência de RF
- R₁, R₅ - 4,7 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R₂ - 2,7 kΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, violeta, vermelho
- R₃ - 100 Ω x 1/2 W - resistor - marrom, preto, marrom
- R₄ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R₆ - 10 Ω x 1 W - resistor - marrom, preto, preto
- C₁ - 470 μF x 16 V - capacitor eletrolítico
- C₂ - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C₃, C₇ - 10 nF - capacitor cerâmico
- C₄ - 47 pF - capacitor cerâmico
- C₅, C₈ - 100 nF - capacitor cerâmico
- C₆ - 10 pF - capacitor cerâmico
- CV₁, CV₂, CV₃ - 3-30 pF - trimmers
- L₁, L₂, L₃ - bobinas - ver texto
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para Q₂, fonte de alimentação ou bateria de carro, fios, solda, caixa para montagem, etc.

amplificador final e driver em transmissores. Na figura abaixo temos a disposição de seus terminais.

Características:

- V_{ceo} - 40 V
- V_{cbo} = 65 V
- V_{ebo} - 4 V
- I_c - 0,33 A
- P_t - 7 W
- f_T - 500 MHz (tip)

2N3553



TRANSMISSOR ESPIÃO DE FM BÁSICO

O transmissor que apresentamos na **figura 1** tem um alcance da ordem de 50 metros, dependendo das condições de propagação. A bobina L_1 é formada por 4 espiras de fio comum 22 ou AWG de 18 a 22 em forma de 1 cm sem núcleo. A antena é um pedaço de fio rígido de 20 a 80 cm. A alimentação deve ser feita por pilhas pequenas ou médias, que têm uma durabilidade muito maior do que a bateria. O ganho da etapa transistorizada permite a captação de conversas até a alguns metros do microfone.

A placa de circuito impresso para a montagem do transmissor é mostrada na **figura 2**. Observe que a antena sai de uma tomada próxima do centro da bobina. A posição não é crítica. Os capacitores da etapa osciladora devem ser todos cerâmicos de boa qualidade.

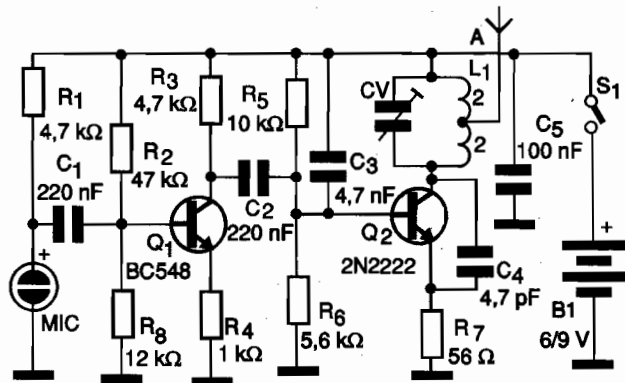


Figura 1

Lista de Material:

- Q_1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
- Q_2 - 2N2222 - transistor NPN de uso geral
- R_1, R_3 - 4,7 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R_2 - 47 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
- R_4 - 1 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- R_5 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_6 - 5,6 kΩ x 1/8 W - resistor - verde, azul, vermelho
- R_7 - 56 Ω x 1/2 W - resistor - verde, azul, preto
- C_1, C_2 - 220 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C_3 - 4,7 nF - capacitor cerâmico
- C_4 - 4,7 pF - capacitor cerâmico
- C_5 - 100 nF - capacitor cerâmico; L_1 Bobina - ver texto
- CV - Trimmer comum de 15 a 40 pF de capacitância máxima
- MIC - Microfone de eletreto de dois terminais
- S_1 - Interruptor simples
- B_1 - 6 ou 9 V - pilhas, ver texto
- A - antena - ver texto
- Diversos: placa de circuito impresso, caixa para montagem, fios, solda, suporte para pilhas, etc.

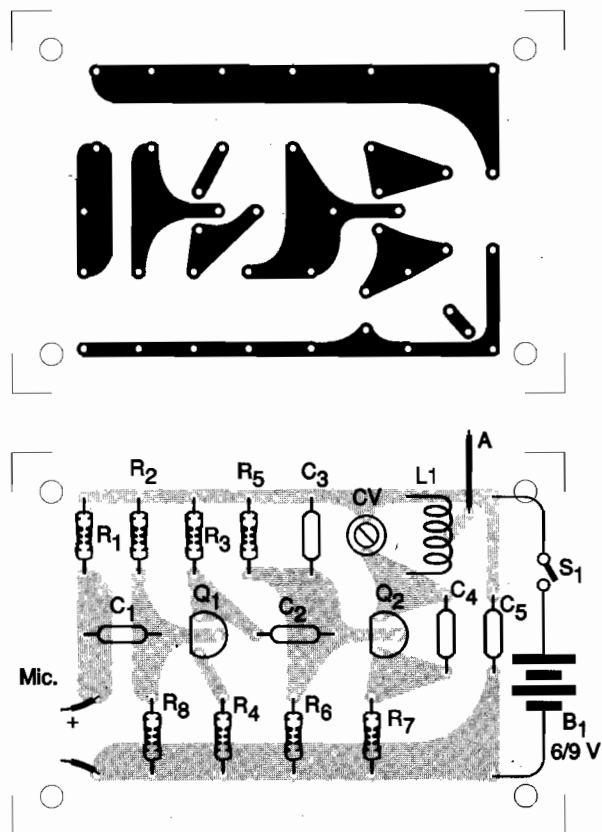


Figura 2

TRANSMISSOR ESPIÃO DE FM DE ALTA POTÊNCIA E ALTA SENSIBILIDADE

Em condições favoráveis, o sinal deste transmissor pode chegar aos 500 metros. O uso de um amplificador operacional com o ganho que pode ser ajustado pela

troca de R_5 permite que conversas sejam captadas até a vários metros do microfone.

O circuito ilustrado na **figura 1** utiliza um transistor de média potência de RF tipo 2N2218. A alimentação pode ser feita com pilhas ou mesmo bateria de carro de 13,2 V. Isso permite que ele seja instalado em um automóvel. A bobina L_1 é formada por 4 espiras de fio 22 a 24 AWG em forma de 1 cm de diâmetro sem núcleo. A antena é ligada na primeira ou segunda espira do lado do transistor.

Na **figura 2** temos a sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste transmissor.

A antena pode ser do tipo telescópico ou ainda um pedaço de fio rígido de 40 a 120 cm de comprimento. Não coloque a antena próxima a objetos de metal. Use somente capacitores cerâmicos no setor de alta frequência.

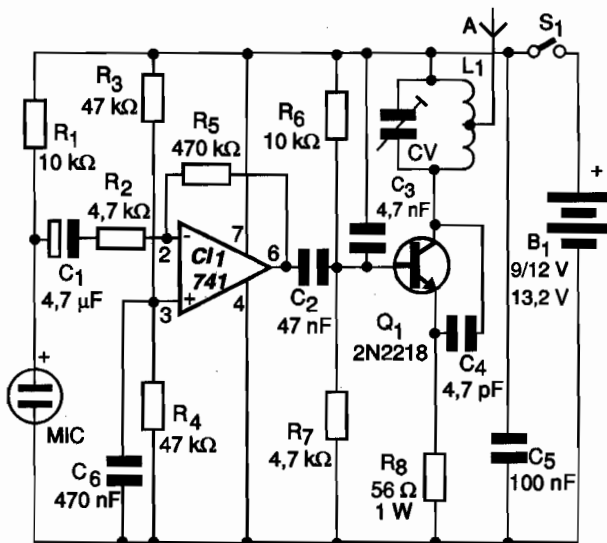


Figura 1

Lista de Material:

CI_1 741 - Amplificador Operacional - circuito integrado

Q_1 - 2N2218 - Transistor de alta frequência NPN

R_1, R_6 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja

R_2, R_7 - 4,7 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho

R_3, R_4 - 47 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja

R_5 - 470 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, amarelo

R_8 - 56 Ω x 1W - resistor - verde, azul, preto

C_1 - 4,7 µF x 16 V - capacitor eletrolítico

C_2 - 47 nF - capacitor cerâmico

C_3 - 4,7 nF - capacitor cerâmico

C_4 - 4,7 pF - capacitor cerâmico

C_5 - 100 nF - capacitor cerâmico

C_6 - 470 nF - capacitor cerâmico

L_1 - Bobina - ver texto

CV - trimmer de 15 a 40 pF de capacitância máxima

MIC - Microfone de eletreto de dois terminais

S_1 - Interruptor simples

B_1 - 9 a 12 - Bateria - ver texto

A - antena - ver texto

Diversos: placa de circuito impresso, caixa para montagem, fios, solda, etc.

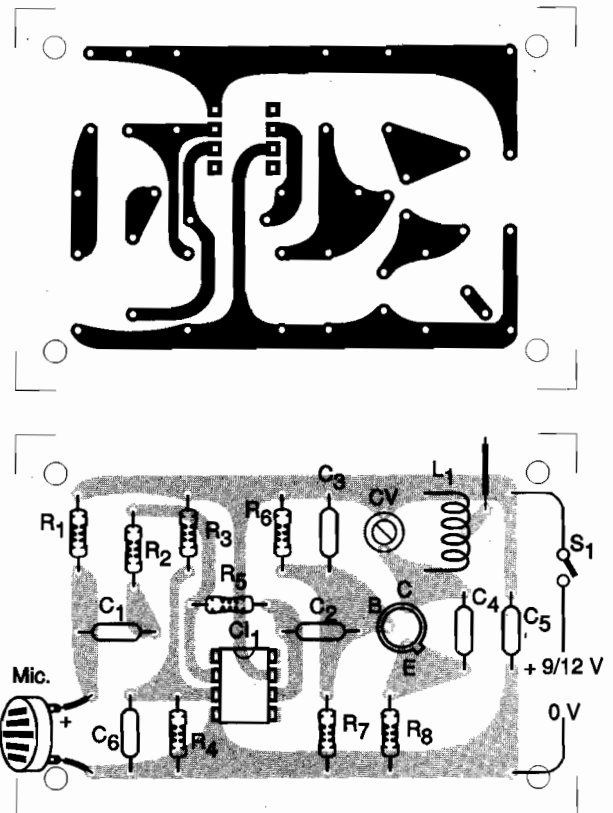


Figura 2

TRANSMISSOR DE FM DE ALTA POTÊNCIA (35 W)

O transmissor apresentado na figura 1, pelas suas características de alta potência exige grande experiência do montador, principalmente na elaboração da placa de circuito impresso. Por esse motivo, deixamos o layout dessa placa por conta do montador, pois podem ocorrer variações quanto às dimensões dos componentes adquiridos. Também lembramos que existem restrições legais quanto à operação deste tipo de transmissor.

As etapas de amplificação a partir de um oscilador são acopladas em Classe C, o que significa uma geração de harmônicas que deve ser eliminada

INFORMAÇÃO

Transistor de Potência para Transmissores:

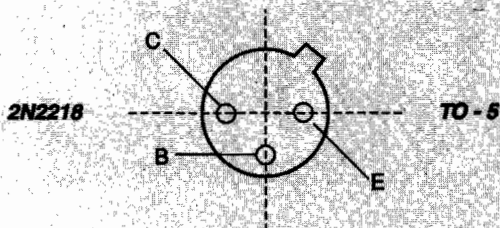
2N2218

Transistor NPN para Comutação e Amplificação de Alta Frequência.

Este transistor é muito usado em pequenos transmissores de ondas curtas, FM e VHF, fornecendo sinais de algumas centenas de miliwatts quando usado como oscilador.

Características (máximos absolutos):

V_{ceo} - 30 V
 V_{cb} - 50 V
 V_{eb} - 5 V
 I_c - 800 mA
 h_{FE} - 40 - 120
 f_T - 250 MHz
 P_d - 800 mW



Lista de Material:

- C1* - 7812 - circuito integrado regulador de tensão
- Q1* - 2N2218 - transistor NPN de RF
- Q2* - 2N3866 - Transistor NPN de potência de RF
- Q3* - 2N3553 - Transistor NPN de potência de RF
- Q4* - 2N6081 - Transistor NPN de alta potência de RF
- Q5* - 2N6084 - Transistor NPN de alta potência de RF
- R1* - 1,5 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, verde, vermelho
- R2* - 2,7 kΩ x 1/8 W - resistor - vermelho, violeta, vermelho
- R3* - 39 Ω x 1 W - resistor - laranja, branco, preto
- R4, R7* - 3,3 kΩ x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, vermelho
- R5* - 560 Ω x 1/8 W - resistor - verde, azul, marrom
- R6* - 10 Ω x 1 W - resistor - marrom, preto, preto
- R8* - 5,6 kΩ x 1/8 W - resistor - verde, azul, vermelho
- C1* - 220 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C2* - 2,2 nF - capacitor cerâmico
- C3* - 5,6 pF - capacitor cerâmico
- C4* - 10 μF x 16 V - capacitor eletrolítico
- C5, C7* - 100 nF - capacitor cerâmico
- C6* - 100 pF - capacitor cerâmico
- C8* - 4700 μF x 25 V - capacitor eletrolítico
- C9* - 10 nF - capacitor cerâmico
- L1* a *L10* - Bobinas - ver texto
- XRF1* - 4,7 μH - choque de RF
- CV1* a *CV14* - trimmer 3-30 pF
- Diversos: placa de circuito impresso, radiadores de calor para os transistores, caixa e blindagem de metal para as etapas, conector coaxial de saída, conector para modulação de entrada, fios, solda, etc.

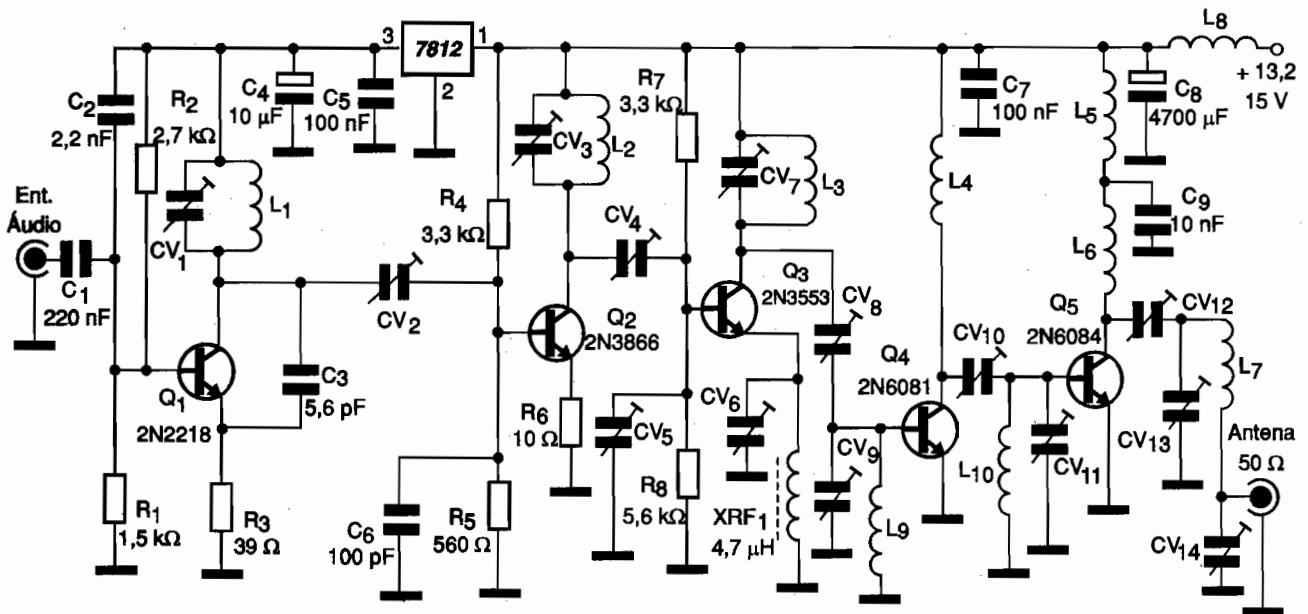


Figura 1

cuidadosamente com o ajuste do filtro final. As bobinas para este transmissor têm as seguintes características: (todas em forma sem núcleo)

- L₁ - 5 espiras de fio 18 AWG em forma de 1 cm
- L₂ - 6 espiras de fio 18 AWG em forma de 1 cm
- L₃ - 6 espiras de fio 18 AWG em forma de 8 mm
- L₄ - 7 espiras de fio 18 AWG em forma de 8 mm
- L₅ - 8 espiras de fio 18 AWG em forma de 1 cm
- L₆ - 4 espiras de fio 18 AWG em forma de 1 cm
- L₇ - 5 espiras de fio 16 AWG em forma de 1,5 cm
- L₈ - 10 espiras de fio 16 AWG em forma de 1cm
- L₉ - 10 espiras de fio 20 AWG em forma de 5 mm
- L₁₀ - 15 espiras de fio 20 AWG em forma de 5 mm.

O ajuste deve ser feito com medidor de intensidade de campo ou com carga formada por lâmpada de 12 V x 50 W (farol de automóvel). A fonte de alimentação deve fornecer uma corrente de pelo 10 A e ter excelente filtragem.

Uma bateria de uso automotivo é o mais recomendável.

Transistores de potência devem ser montados em bons radiadores de calor.

INFORMAÇÃO

Transistor de Potência para Transmissores:

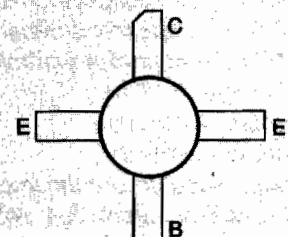
2N6084

Transistor NPN de RF para VHF com saída de 40 W. Usado em saída de transmissores até 225 MHz. Na figura 14 temos a sua pinagem.

Características:

- V_{ceo} - 18 V
- V_{cbo} - 36 V
- V_{ebo} - 4 V
- I_c - 4 A
- P_d - 50 W
- Ganho de Potência - 6,2 dB

2N6084



TRANSMISSOR GONIOMÉTRICO DE FM

Instalado em um veículo, caixa ou maleta, este transmissor envia sinais na faixa de FM que permitem sua localização utilizando-se um receptor comum. O alcance pode chegar a mais de 1 km dependendo das condições locais, da antena e da sensibilidade do receptor empregado. A alimentação de 12 V permite sua instalação num veículo, o que torna o aparelho interessante para localização de carros seqüestrados.

O circuito faz uso de um BD135, mas transistores mais potentes podem ser empregados. A bobina L_1 é formada por 4 espiras de fio 22 a 24 em forma de 1 cm sem núcleo. A antena deverá um pedaço de fio de 80 a 120 cm. O tom intermitente pode ser alterado pela troca de valores de R_1 e R_2 . O circuito é exibido na **figura 1**.

A montagem pode ser feita em uma placa de circuito impresso com a disposição de trilhas mostrada na **figura 2**.

Os capacitores do setor de alta freqüência devem ser cerâmicos e o transistor deve ser dotado de um radiador de calor.

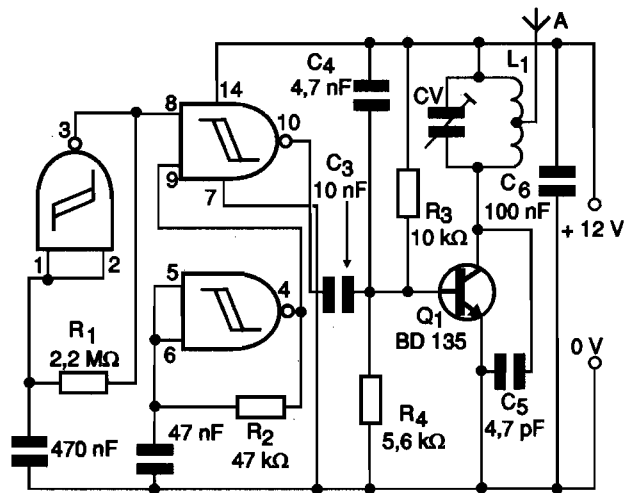


Figura 1

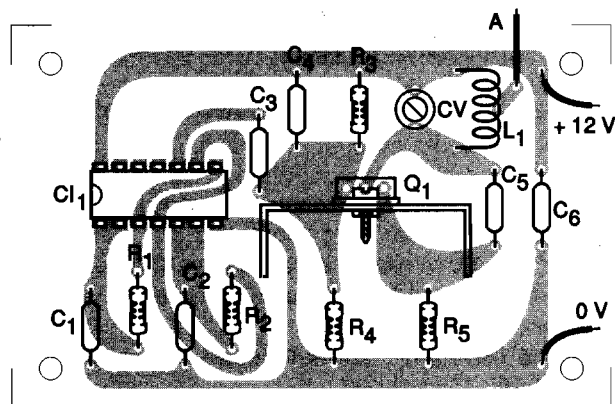
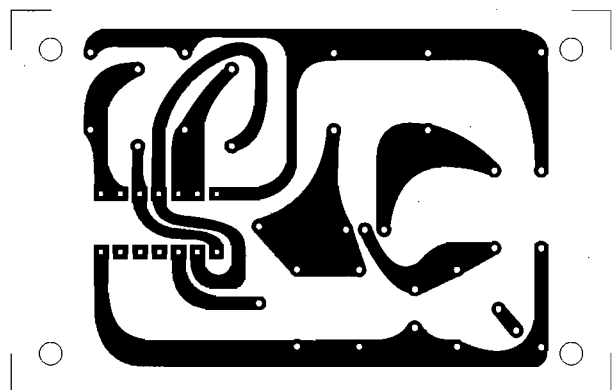


Figura 2

Lista de Material:

- CI_1 - 4093 - Circuito Integrado CMOS
 - Q_1 - BD135 - Transistor NPN de Média Potência
 - R_1 - 2,2 M Ω x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, verde
 - R_2 - 47 k Ω x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
 - R_3 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 - R_4 - 5,6 k Ω x 1/8 W - resistor - verde, azul, vermelho
 - R_5 - 56 Ω x 1 W - resistor - verde, azul, preto
 - C_1 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 - C_2 - 47 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 - C_3 - 10 nF - capacitor cerâmico
 - C_4 - 4,7 nF - capacitor cerâmico
 - C_5 - 4,7 pF - capacitor cerâmico
 - C_6 - 100 nF - capacitor cerâmico
 - CV - Trimmer 3-30 pF
 - L_1 - Bobina - ver texto
 - A - antena - ver texto
- Diversos: placa de circuito impresso, bateria, caixa para montagem, fios, solda, etc.

ÍNDICE VOLUME 4

Alarmes e Sensores

Sensor Infravermelho	04
Fotodisparador	11
Circuito Anti-Repique	17
Fototiristor Simulado	18
Amplificador para Fotodiodo	34
Receptor Infravermelho	37
Foto-relé	40
Foto-Célula Usando o 2N3055	53
Sensor de Nível de Água	59
Fotodisparador Darlington	68
Chave de Toque com FET	74
Chave de Toque	79
Iluminação de Emergência	97
Fototransistor AC	103

Circuitos Lógicos Digitais

Divisor por 11 - TTL	05
Divisor por 6 - TTL	07
Sonda CMOS	20
Contador Up/Down TTL	22
Porta CMOS com retardo	25
Biestável com Transistores	30
Flip-flop S-R com Transistores	31
Divisor até 16 384	41
Seqüenciador de 1 a 10	51
Seqüenciador com o 4013 CMOS	69
Etapa Contadora TTL	73
Divisor Programável	92
Porta NOR Transistorizada	104
Divisor Binário	108
60 Hz TTL	111

Interfaces PC

Interface de Leitura	06
Interface de LEDs	33
Interface de Aquisição de Dados Isolada	69
Link de Dados por Infravermelho	75
Interface de Aquisição de Dados sem Isolamento	90
Chave Óptica para Interface	91

Som, Amplificadores e Efeitos

Uáu-Uáu para Guitarra	08
Amplificador de 500 mW	24
Sinalizador de Potência	39
Buzzer com o 4093	41
Etapa de Áudio	42
Entrada de Mixer	50
Pré-Amplificador para Microfone Dinâmico	57
Pré-Amplificador Playback para Fita	71
Amplificador LM380	80
Pré-Amplificador para Violão e Guitarra	86
Casador de Impedâncias	107
Pré-Amplificador para Captador Telefônico	109

Controles de Potência

Reversão Digital de Motor	07
Controle de Motor de Passo	09
Controle Digital de Motor	12
Ponte H	55
Freio Dinâmico para Motor	62
Controle de Motor DC	63
Dimmer DC	81
Motor Acionado por Toque	83
Relé Amplificado	87
Controle Digital de Motor	94
Controle de SMA	95
PWM para Ponte H	99
Ponte H com FET de Potência	101
Controle de Motor por Luz com Transistor PNP	106

RF, Rádios e Transmissores

Oscilador de UHF	10
Transmissor de Vídeo	47
Sintonizador AM	56
Transmissor de FM Sensível -2 Transistores	60
Micro-Espião TTL	61
Transmissor de Localização	64
Link Óptico Infravermelho	66
Transmissor de Bips TTL	67
Modulador Óptico Digital	96
Transmissor de FM Potente	112
Transmissor Espião de FM Básico	114
Transmissor Espião de FM de Alta Potência e Alta Sensibilidade	115
Transmissor de FM de Alta Potência (35 W)	116
Transmissor Goniométrico de FM	118

Fontes e Circuitos DC

Booster de Corrente	13
Reostato	19
Fonte de Muito Alta tensão (MAT)	21
Conversor de 12 V para 6 V	26
Rstabilizador Paralelo	32
Redutor de 12 V para 6 V	44
Fonte Simétrica 15+15 V x 200 mA	49
Fonte de Corrente Constante	52
Fonte 18 V x 1 A	82
Fonte de Muito Alta Tensão (MAT)	84
Regulador DC de 1,2 V a 32 V x 3 A	98
Zener Ajustável	102

Instrumentação/Operacionais

Bargraph LM3914	14
Amplificador de Vídeo	15
Amplificador para Transdutor Magnético	16
Eletrocópio com FET	22
Indicador de Carga	23
Detector de Passagem por Zero	28

Amplificador de Ganho 100	45
Detector de Ausência de Pulso	46
Detector de Coincidência	89
Amplificador Logarítmico	105

Timers e Osciladores

Modulador Retangular	19
Tom Alternado TTL	27
Monoestável Transistorizado	29
VFO com Varicap	35
Oscilador de Relaxação com transistores NPN/PNP	36
Oscilador com Cristal	38
Oscilador de 1,5 Hz	38
Oscilador de 10 a 150 MHz	43
Oscilador disparado TTL 7400	54
Mutivibrador Astável Sensível à Luz	58
Oscilador LM339	65
Relé Monoestável	70
Gerador de Ruído	72
Oscilador Áudio-Visual TTL	76
Monostável TTL	77
Mutivibrador Pisca-Pisca com Transistores	78
Oscilador por Rotação de Fase com FET	85
Monoestável com Transistores	88
Oscilador 4001	91
Oscilador de 1 a 15 MHz	93
Oscilador com FET e Varicap	100
Gerador de Ruído Branco	110

Filtros

Filtro Ativo Passa-Baixas	46
Filtro Passa-Faixa de 100 kHz	48
Filtro Passa-Faixa com o 741	52

Componentes

2N2218 - Transistor NPN de comutação	4
BU433 - Transistor NPN de alta tensão	4
74161 - Contador Binário, divisor por 16 TTL	5
5SA4 - Válvula Duplo Diodo de Aumento Direto	5
3N140/141 - MOS-FETs de Baixa Potência de Porta Dupla	13
BD334 - Transistor PNP Darlington de Potência	14
BFR91 - Transistor NPN de UHF	14
BC369 - Transistor PNP de saída de áudio	15
BC639 - Transistor NPN de silício de uso geral	15
LM111/211/311 - Comparadores com Strobe	16
IRF630/631/632/633 - MOSFETs de Canal N	16
C106 - SCR da série 106	17
TIP30 - Transistor PNP de potência	21
3N159 - Transistor MOS de porta dupla	23
3N128 - MOSFET de Canal N	25
TIL100 - Fotodiodo de grande superfície	25
IRF630/631/632/633 - MOSFETs de Potência de Canal N	26
4002 - Duas portas NOR de 4 entradas CMOS	28
BDV65/A/B - Transistor NPN de potência para saídas até 70 W	29

BDV64/A/C - Transistor PNP de potência para saídas até 70 W	29
PL83 - Válvula pentodo	30
40583 - Diac para 27/37 V	32
SKE-1 - Diodo retificador de 1,2 A	33
7414 - Seis disparadores Schmitt - TTL	34
4009 - Seis Buffers inversores CMOS	34
MPSA42 (NPN) - MPSA92 (PNP)	35
4020 - Contador binário de 14 estágios CMOS	36
7406 - Seis drivers de coletor aberto TTL	37
TIL78 - Fototransistor de uso geral	39
BUX82 - Transistor NPN de potência para alta tensão	40
TIP33 - Transistor NPN de potência LM237/LM337 - Regulador negativo de tensão para 1,5 A	44
BF198 - Transistor NPN de RF para VHF	44
BF200 - Transistor NPN de RF para VHF e UHF	47
BRY39T - Tiristor para disparo de SCRs e TRIacs	48
µA4136 - Quatro amplificadores operacionais	50
2N2906 - Transistor PNP de uso geral	51
BC516 - Transistor Darlington de baixa potência - PNP	52
7442 - Decodificador BCD para 1 de 10 - TTL	55
2N3903/3904 - Transistores NPN de uso geral	56
LM1548 - Amplificador operacional tipo 741	57
2N3905/3906 - Transistores PNP de uso geral	57
2SA929 - Transistor PNP de baixo ruído	59
7413 - Duas portas NAND de 4 entradas TTL	61
2SC1570 - Transistor NPN de muito baixo ruído	67
TIL81 - Fototransistor NPN de uso geral	68
BF167 - Transistor NPN de RF para VHF	70
MOC3061 - Optodisparador com detector de passagem por zero	71
TLC555M/TLC555C - Equivalente CMOS do 555	72
2N3993 - Transistor JFET canal P	72
MJ13006 - Transistor NPN de alta potência	73
MPSU02 (NPN) - MPSU052 (PNP)	73
MPSU10 (NPN) - MPSU060 (PNP)	74
MTP12P10/MTP8P8 - MOPFETs de potência canal N	74
LM382 - Duplo pré-amplificador de áudio	75
MJE13004/13005 - Transistores NPN de potência e alta tensão	76
NE531 - Amplificador operacional	76
BD333 - Transistor NPN Darlington até 35 W	77
4007 - 6 Buffers Inversores CMOS	78
TIP3055 (NPN) - TIP2955 (NPN) - Transistores de alta potência	79
LM380 - Amplificador de áudio de baixa potência	80
2N3819 - JFET de canal N	81
2N2222 - Transistor NPN de uso geral	83
TIP30 - Transistor PNP de potência	84
6C4 - Válvula triodo amplificadora de RF até 4W	85
2N6080/2N6081 Transistores de potência para Transmissores	89
2N1613 - Transistor NPN de RF	89
PN2222 - Transistor NPN de uso geral	90
2N2218A - Transistor NPN de média potência - VHF	90
74192 - Contador up/down TTL	92

2N914 - Transistor NPN de comutação	92
7405 - Seis inversores TTL coletor aberto	93
LM350K/AK - Regulador de 1,2 V a 35 V x 3 A	94
BA481 - Diodo misturador para UHF	96
TIC263 - Triac para 25 A	97
TL071 - Amplificador operacional com FET	99
IRF510/511/512/513 - MOSFETs de Potência	102
TL060 - Amplificador operacional com FET	104
TIP140/141/142 - Transistor NPN Darlington de potência	106
TIP42 - Transistor PNP de potência	108
2N3822 - Transistor de efeito de campo de uso geral JFET.	109
BAT81 - Diodo Schottky	110
2N3866 - Transistor de Potência para Transmissores	112
2N3553 - Transistor de Potência para Transmissores	113
2N6084 - Transistor de Potência para Transmissores	117

Configurações

Inversor Lógico	6
Porta NAND	10
Associação de Transformadores	28
Latch NAND-RS	42
Circuitos Retificadores	43
Ligação de Alto-falantes	45
Porta NAND com transistores	58
Porta AND básica	63
Porta NAND de 3 entradas com transistores	64
Fontes Simétricas	65
Pinagem do conector ATARI	77
Configurações de Transistores	86
Fonte de Corrente constante	103
Seguidor de tensão	103
Associação de Transformadores - II	106

Informação

Porta OR de 3 Entradas	8
Fases de um Motor de Passo	9
Medida de Corrente de Motor	12
Microfones de Eletreto	13
Excitação de Alto-falantes por circuitos TTL	17
Provador de Continuidade Neon	23
Símbolos de Válvulas	26
Características de entrada de pre-amplificadores	31
Eletrolise - História	31
Teste de Capacitores Eletroíticos	32
Excitação de LEDs por CMOS	40
Curva característica de um TRIAC	49
Alteração de Curvas de Potenciômetros	53
Eletrolíticos despolarizados	65
Antena simples de FM	82
Fonte com positivo à terra	88
Características CMOS	90
Medida de rotação de motores - I	95
Medida de rotação de motores - II	98

Fórmulas & Tabelas

Filtro Rejeita Faixa Constante K	11
Circuitos p - fórmulas	20
Filtro Passa-Altas	33
Características de Emissão de Junções PN	54
Características de retificadores	62
Velocidade do som em líquidos	87
Campo de um condutor retilíneo	100
Conversor Corrente/tensão	101
Equação do Gerador	105
Variação da Resistência com a Temperatura	107
Soma Binária	11

ÍNDICE geral dos 3 volumes anteriores

TÍTULO	VOL.	PÁG.
CIRCUITOS		
Alarmes e Sensores		
Alarme com SCR (TIC106)	3	79
Alarme de Pêndulo (TIC106)	3	27
Alarme de Umidade 2 (TIC106)	2	46
Aviso de Fusível Queimado (BC557)	3	73
Barreira Óptica (TIC106)	2	18
Chave AC (BC548)	2	6
Chave de Toque (4093)	2	36
Chave de Toque (A.O.)	3	45
Chave Óptica (LM339)	3	47
Detector de Ausência de Pulso (555/BC558)	1	16
Detector de Luz TTL/CMOS (LM339)	3	81
Detector Infravermelho (LM339)	3	83
Detector Sônico (741)	3	93
Excitador Sensível de Relé 1 (BC548/558)	1	25
Excitador Sensível de Relé 2 (BC558/548)	1	57
Excitador Sensível de Relé 3 (TIP110/111/112)	1	62
Foto SCR (TIC106)	1	71
Fotodisparador (4093)	1	80
Foto-Disparador II (BC558)	2	82
Foto-Relé (BC558/548)	2	85
Foto-Relé 1 (BC548)	1	85
Foto-Relé 2 (BC548)	1	86
Foto-Relé 3 (BC558/327/328)	1	87
Foto-Relé 4 (BC548/558)	1	88
Foto-Sensor (TIL81)	3	66
Indicador de Fusível Aberto (NE)	1	34
Relé de Tom (BC548/558)	3	16
Relé de Umidade 1 (BC548)	2	45
Sensor de Campo Magnético (CA3140)	2	37
Sensor de Pressão (555)	3	80
Sensor de Temperatura (LM335)	3	25
Sensor de Umidade (BC548)	2	27
Sensor SPST (7400-TTL)	1	54
Sensor Tacométrico (555)	1	36
Termostato (741/BC548)	2	28
Termostato com Diodo Sensor (741)	2	26
Toque FET (MOSFET de Potência)	1	92
Transmissor Infravermelho	1	94
Circuitos Lógicos Digitais		
60 Hz TTL (4001)	3	72
Amplificador Digital (4093)	2	57
Biestável 4013 (CMOS)	1	10
Biestável 4013 CMOS	2	9
Chave sem Ruído (4093)	2	92
Circuito Anti-Repique (4093)	2	47

TÍTULO	VOL.	PÁG.
Condicionador de Contacto (4093)	1	75
Contador até 4 (4017)	2	8
Contador BCD (7490 -TTL)	1	47
Disparador por Transição Negativa (7404 -TTL)	2	62
Divisor CMOS por 2 (4013)	3	51
Divisor CMOS por 5 (4018)	3	83
Divisor por 10 e por 100 (74HC390)	3	32
Divisor por 16 (TTL -7493)	2	83
Divisor por 2/4 (4013 -CMOS)	1	93
Divisor por 50 (74HC390)	3	41
Divisor por 8 TTL (7493)	2	58
Divisor por 9 (4018/4081 -CMOS)	2	41
Divisor Programável CMOS (4001/4017)	3	75
Divisor Programável TTL (7490/7420/7404)	2	11
Divisor TTL por 12 (7492)	2	75
Divisor TTL por 5 (7490)	3	41
Foto-Disparador TTL (7413/14)	2	90
Gerador Seqüencial (4017)	1	99
Latch com o 4066 (CMOS)	2	93
NOR usando NAND (4011)	2	54
Oscilador TTL (7413)	2	78
Seqüenciador 1 a 10 (555/4017)	3	24
Seqüencial 4017 (4017)	1	89
Interfaces PC		
Aquisição de Dados (LM324)	1	101
Interface CMOS/TTL	3	54
Interface Isolada (4N25/BC548/558)	2	53
Interface Isolada (4N26/LM324)	1	100
Interface Óptica PC (4N26/BC548)	3	94
Interface Paralela 1 (LM324)	1	9
Interface PC (4N26/BC548)	1	15
Interface Triac (4N26/TIC226)	1	7
Som, Amplificadores e Efeitos		
Alto-Falante como Microfone (BC548)	3	76
Amplificador com o 7806 ou 7812	3	67
Amplificador com o LM386 (100 a 500 mW)	2	65
Amplificador de 1,5 V (BC548)	2	68
Amplificador de Áudio Transistorizado (BC548/558)	2	52
Amplificador de 20 W (TDA2002)	2	87
Amplificador LM386 Variável (LM3900)	3	4
Amplificador para Relutância Variável (LM3900)	3	43
Amplificador Transistorizado de Baixa Potência (200 mW BC548/558)	3	26
Chama-Cachorro (4093/TIP120)	2	17
Chama-Peixes (4093)	2	77

TÍTULO	VOL.	PÁG.
Detector de FM (567)	1	90
Espanta Pernilongos (4093)	1	53
Gerador de Bips (555)	3	21
Gerador de Ruído Branco-II (diodo)	2	73
Gerador de Ruído Branco (741/BC548)	2	71
Gerador de Ruído Branco (BC548)	3	7
Gerador de Tom (555)	2	7
Gerador Ultrassônico (4093/TIP32)	1	95
Mesa de Mixagem (TL081)	3	87
Metrônomo (BC548/558)	3	82
Mixer (BF245)	2	14
Mixer 741 (Mesa de som)	3	56
Pré-Amplificador com FET (BF245)	3	19
Pré-Amplificador com FET (BF245)	3	35
Pré-Amplificador de Alta Impedância (BF245)	1	72
Pré-Amplificador de Áudio (BC548)	3	55
Pré-Amplificador de Baixa Impedância (BC549)	1	81
Pré-Amplificador NAB (741)	3	68
Pré-Amplificador para Microfone (BC548)	3	10
Pré-Amplificador para Microfone (MPF102)	2	61
Pulsador (BC548/558)	2	39
Pulsador Sonoro (4093)	1	41
Reconhecedor de Tom (567)	1	98
Sirene de Polícia Inglesa (555)	3	22
Controles de Potência		
Biestável com SCR (TIC106)	3	89
Chave de Onda Completa com SCR (TIC106)	1	60
Controle Bidirecional DC-1 (LM358/TIP31/32)	2	31
Controle Bidirecional DC-2 (LM358/TIP120/121)	2	34
Controle de Motor DC (TIP41/BC548)	3	18
Controle de Motor de Passo-2 (MC1413/1414)	1	18
Controle de Motor de Passo (UCN4202)	1	11
Controle de Motor de Passo (ULN2001 a 2004)	2	10
Controle de Motor de Passo (ULN2003)	1	38
Controle de Motor de Passo de Duas Fases (BC548)	1	19
Controle Digital DC (LM358/TIP31/32)	2	33
Controle Linear DC (TIP31/41)	1	56
Controle PWM-1 (4093/TIP31)	1	22
Controle PWM-2 (4001/4011/TIP31)	1	26
Dimmer (TIC106)	1	13
Dimmer com Triac (TIC226)	1	30
Excitador SMA (LM350)	1	34
Gerador de Passo (555)	1	76
Interruptor com retardo (BC548)	1	91
Interruptor de Potência (TIC226)	1	42

TÍTULO	VOL.	PÁG.
Interruptor de Potência (TIC226)	3	90
Ponte H co Feedback (TIP31/32/BC136/136)	1	24
Ponte H com Lógica (4093/BD135/136)	1	27
Ponte H Darlington (TIP110/115)	1	23
Ponte H Mista (TIP31/Power MOSFET)	1	12
PWM (555/BD136)	3	5
PWM Anti-Fase-2 (555/TIP31/32)	1	61
PWM Anti-Fase (555)	1	28
PWM de Potência (LM350/BC548)	1	17
Regulador DC para Motores (BD136/BD135)	2	94
Reostato Darlington ((TIP121/120)	1	45
Reostato DC (2N3055)	1	32
Reostato PNP (TIP42)	1	52
Reversão de Motor DC SCR com retardo (TIC106)	1	67
	1	55

RF, Rádios e Transmissores

Detector de Ruídos (BC548)	1	8
Medidor de Intensidade de Campo (BC548)	3	48
Microtransmissor de FM (BF494)	3	30
Oscilador a Cristal com FET (BF245)	3	62
Oscilador até 50 MHz (MPF102)	2	67
Oscilador com Diodo Tunnel (1N3720)	2	89
Oscilador com Filtro Cerâmico (BC548)	2	66
Oscilador de 100 MHz (BF494)	1	77
Oscilador de RF co 4093	3	74
Oscilador de VHF (BF494)	3	23
Oscilador Hartley com Triodo (6C4)	2	38
Radio de Cristal	2	19
Radio Integrado (LM386)	2	21
Reforçador AM/OC (BF245)	3	46
Reforçador de Sinais (BF494)	2	64
Simplex Rádio AM (BC548/BD135)	1	46
Transmissor CW (BD135)	2	63
Transmissor de Tom (555/BF494)	3	31
Transmissor Simples de FM (BF494)	1	44
Transmissor Via Rede (TIP42)	1	95

Efeitos de Luz

Controle Automático de Luminosidade (LM336)	3	40
Excitador de LEDs (TIP122)	3	70
Fonte de Corrente Constante para LED (BC558)	3	77
LED 110/220 V	3	65
LED em 110 V/220 V CA	2	82
LED em 110/220 V (1N4004/7)	1	82
LED Estroboscópico-1 (555)	2	49
LED Estroboscópico (555)	2	32
LED Estroboscópico 2 (4093)	2	50
Luz de Ré	3	9
Luz Rítmica (TIC106)	3	57
Micro Sinalizador (LM3909)	1	43
Pisca-Pisca com Relé	1	58

TÍTULO	VOL.	PÁG.
<i>Pisca-Pisca Controlado CMOS (4011)</i>	3	80
<i>Pisca-Pisca de Potência (4011/IRF640)</i>	3	49
<i>Sinalizador 4093 (4093)</i>	3	38
<i>Sinalizador de Alta Potência (TIC226)</i>	1	49

Fontes e Circuitos DC

<i>6 V com o 7805</i>	3	37
<i>Carregador de Bateria</i>	2	13
<i>Carregador de Corrente Constante (BD135)</i>	2	81
<i>Carregador de Nicad</i>	2	51
<i>Crowbar com retardo (TIC106)</i>	1	65
<i>Dobrador com o 555 (555)</i>	3	15
<i>Eletrificador (TIC106)</i>	2	15
<i>Eletrificador (TIC106)</i>	3	41
<i>Fonte Ajustável 1,25 a 15 V 23 A (LM350)</i>	3	64
<i>Fonte de 12 V/1 A (7812)</i>	1	33
<i>Fonte de 6 V/1 A (7806)</i>	1	31
<i>Fonte de Alta Tensão (150/350 V)</i>	3	14
<i>Fonte de Corrente Constante 1 (TIP32)</i>	1	50
<i>Fonte de Corrente Constante 2 (LM350T)</i>	1	51
<i>Fonte Galvanoplástica (2N3055)</i>	2	74
<i>Fonte sem Transformador</i>	3	59
<i>Fonte Simétrica (7812/7912)</i>	1	69
<i>Gerador de Tensão Negativa (4093/BD135)</i>	1	14
<i>Inversor (BD135)</i>	2	95
<i>Inversor (TIP32)</i>	1	103
<i>Inversor Fluorescente (2N3055)</i>	3	39
<i>Proteção Contra Sobrecorrente (TIC106)</i>	1	21
<i>Proteção Crowbar AC (TIC106)</i>	1	35
<i>Quadruplicador de Tensão</i>	2	88
<i>Redutor de 12 para 6 V (7806)</i>	2	23
<i>Referência de Muito Baixa Tensão (zener)</i>	3	6
<i>Regulador Darlington (TIP120)</i>	3	8
<i>Regulador de 5 V x 5 A (2N2955/LM109K)</i>	3	36
<i>Regulador Negativo de Tensão (BD136)</i>	3	60
<i>Regulador para Fonte Alternativa de Energia (t806)</i>	2	22
<i>Regulador Protegido (BD135/BC548)</i>	2	76
<i>Regulador Série-1 (TIP31)</i>	2	30
<i>Regulador Série-2 (TIP120)</i>	2	29
<i>Série/Paralelo 1</i>	1	39
<i>Série/Paralelo 2</i>	1	59
<i>Triplificador de Tensão</i>	3	71
<i>Zener com Amplificador Operacional (741)</i>	2	59
<i>Zener de Potência (TIP31)</i>	3	10

Instrumentação/Operacionais

<i>Amostragem e Retenção (4066/CA3140)</i>	3	44
<i>Amostragem e Retenção (CA3140)</i>	1	48
<i>Amplificador Operacional 1 (741)</i>	2	25
<i>Amplificador Óptico (4N25/BC548)</i>	2	42
<i>Amplificador para Fotodiodo (741)</i>	2	55
<i>Capacitor Digital (4066)</i>	3	63
<i>Combinador Linear (741)</i>	2	69

TÍTULO	VOL.	PÁG.
<i>Comparador de Janela -2 (A.O.)</i>	1	102
<i>Comparador de Janela (LM324)</i>	1	97
<i>Comparador Negativo de Tensão (LM324)</i>	1	29
<i>Comparador Positivo de Tensão (LM324)</i>	1	42
<i>Conversor Luz-Tensão (7805/BC558)</i>	3	61
<i>Conversor Senoide/Retangular com Transistores (BC548)</i>	2	62
<i>Conversor Senoidal/Retangular (A.O.)</i>	2	60
<i>Detector de Passagem por Zero (741)</i>	3	34
<i>Detector de Tom de 1 kHz (567)</i>	3	92
<i>Eletrômetro (BF245)</i>	3	85
<i>Estetoscópio Eletrônico (BC548)</i>	3	28
<i>Indicador de Equilíbrio de Ponte (741)</i>	3	13
<i>Medidor de RPM (555)</i>	2	48
<i>Monitor de Tensão (741)</i>	2	88
<i>Multiplicador de Capacitância (AO)</i>	3	83
<i>Provador de Continuidade (BC548)</i>	3	33
<i>Provador de Diodos</i>	2	84
<i>Receptor para Foto-Diodo (BF245)</i>	2	70
<i>Sensor de Temperatura (741)</i>	3	12
<i>Teste de Fugas (NEON)</i>	2	16
<i>Teste de Pilhas e Baterias (LM3909)</i>	3	17
<i>VU Simples</i>	3	9
<i>Wattímetro</i>	2	86

Timers e Osciladores

<i>Astável de Baixo Consumo (BC548)</i>	3	74
<i>Eletroestimulador (TIP31)</i>	3	20
<i>Foto Monoestável 1 (555)</i>	1	83
<i>Foto Monoestável 2 (555/BC548)</i>	1	84
<i>Gerador Retangular (4011)</i>	3	91
<i>Luz de Tempo (IRF540)</i>	3	66
<i>Minuteria (555/BC548)</i>	2	20
<i>Monoestável 4013</i>	2	78
<i>Monoestável CMOS (4001)</i>	2	89
<i>Monoestável de Toque (4011)</i>	3	84
<i>Oscilador 555 com Ciclo Ativo (555)</i>	1	63
<i>Oscilador a Cristal de 1 MHz CMOS (4001)</i>	3	86
<i>Oscilador Amortecido (741)</i>	3	78
<i>Oscilador Amortecido (BC548)</i>	3	29
<i>Oscilador CMOS (4049)</i>	2	83
<i>Oscilador CMOS a cristal (4001)</i>	2	80
<i>Oscilador com Comparador de Tensão (LM339)</i>	3	58
<i>Oscilador Complementar (BC548/558)</i>	2	40
<i>Oscilador Complementar CMOS (4093)</i>	1	79
<i>Oscilador Controlado Pela Luz - 2 (4093/BC558)</i>	1	37
<i>Oscilador Controlado pela Luz - 3 (4011/4001)</i>	1	40
<i>Oscilador Controlado pela Luz (4001/4011)</i>	2	56
<i>Oscilador Controlado Pela Luz (4093)</i>	1	20
<i>Oscilador de 1 kHz (4584)</i>	3	50
<i>Oscilador de 500 Hz a 5 kHz (741)</i>	2	12

TÍTULO	VOL.	PÁG.	TÍTULO	VOL.	PÁG.
Oscilador de Bloqueio (BC548)	1	66	4049 - Seis Inversores CMOS	3	54
Oscilador de Duplo T (BC548)	1	68	4050 - Seis Buffers não Inversores CMOS	1	93
Oscilador Hartley (BC548)	1	70	4055 - Driver de Display CMOS	3	37
Oscilador Hartley (BC548)	2	72	4066 - Quatro Chaves		
Oscilador Hartley de 1 MHz (BC548)	3	53	Analógicas/Digitais CMOS	1	101
Oscilador Ultrassônico(4047)	3	11	4066 - Quatro Chaves		
Oscilador Unijunção (2N2646)	2	35	Analógicas/Digitais CMOS	2	93
Relaxação com SCR (TIC106/Neon)	2	44	4068 - Porta NAND de 8 Entradas CMOS	3	69
Relé retardadoi (LM324/BC548)	2	5	4070 - Quatro Portas Exclusive-OR CMOS	1	99
Telégrafo Experimental (Bc548/558)	3	69	4078 - Porta NOR de 8 Entradas CMOS	1	76
Timer 555	3	52	4093 - Quatro portas NAND		
Timer 555 (555)	1	64	disparadoras CMOS	1	20
Timer FET (IRF640)	2	43	4N25/26/27/28 - Acopladores Ópticos	1	7
Timer FET (IRF640/120/520)	1	74	4N29 - Opto-Isolador com Darlington Sensor	2	91
Timer Sensível -1 (BC548/558)	1	73	4N29/30/31/32/33 - Isolador		
Timer Sensível 2 (BC548/558)	1	78	Óptico Darlington	3	16
VCO (4046 CMOS)	2	4	556 - Duplo Timer 555	2	80
VCO (CMOS 4049)	3	32	6C4 - Válvula Triodo de Alta Frequência	2	38
VCO CMOS (4093)	2	58	7400 - Quatro Portas NAND TTL	1	54
Filtros			7401 - Quatro Portas NAND TTL	3	50
Filtro Divisor para FTEs	2	24	7402 - Quatro Portas NOR TTL	2	45
Filtro Passa-Baixas de 1 Hz (CA3140)	2	79	7403 - Quatro Portas NAND TTL	3	88
Filtro Passa-Faixa de 1 kHz (741)	2	91	7404 - Seis Inversores TTL	2	11
Componentes			7404 - Seis Inversores TTL	2	58
1N34/A - Diodo de Germânio	3	59	7405 - Seis Inversores Open Collector -TTL	2	43
1N4002/3/4/5/6/7 Diodos Retificadores	1	35	7408 - Quatro Portas AND TTL	3	90
1N4148 -Diodo de uso geral	1	62	741 - Amplificador Operacional	1	83
1N5226 a 1N5257 - Diodos Zener	3	56	741 - Amplificador Operacional	2	59
1N5242 a 1N5257 - Diodos Zener	3	90	7410 - 3 Portas NAND de 3 Entradas TTL	1	81
1N5402/4/6 - retificadores de 3 A	2	76	74121 - Monoestável TTL	1	98
2716 - EPROM 2k	3	43	7413 - Duas portas NAND		
2N1711 - Transistor NPN de			Disparadoras de 4 Entradas TTL	2	90
RF e Chaveamento	2	91	74181 - Contador Binário/Divisor	2	57
2N2219/A - Transistores NPN de Comutação	2	47	por 16 TTL		
2N2646 - Transistor Unijunção	2	35	74190 - Contador UP/Down Divisor TTL	1	49
2N2906 - Transistor NPN de Uso Geral	3	37	7420 - Duas Portas AND de 4 Entradas TTL	1	71
2N2955- Transistor PNP de potência	1	39	7430 - Porta NAND de 8 Entradas TTL	2	33
2N3055 - Transistor NPN de potência	1	32	7486 - Quatro portas Exclusive-OR TTL	2	84
3N128 - MOSFET de Porta Dupla	3	76	7490 - Contador de Década TTL	1	47
3N128/143 - MOSFET de Canal N	2	46	7492 - Contador/Divisor Base 12 TTL	2	75
4001 - Quatro portas NOR CMOS	1	40	7493 - Contador Binário/Divisor por 16 TTL	2	83
4001 - Quatro portas NOR de			7805 - Regulador Positivo de 5 V	2	29
Duas Entradas CMOS	2	92	7806 - Regulador positivo de 1 A x 6 V	1	31
4011 - Quatro Portas NAND de			78xx - Reguladores de Tensão de 1 A	2	90
Duas Entradas CMOS	2	30	7906/7912 - Reguladores positivos de tensão	1	69
4012 - Duas Portas NAND de 4 Entradas	3	45	BC237/BC238 - Transistores NPN		
4013 - Duplo Flip-Flop CMOS	1	10	de Uso Geral	3	67
4016 -Quatro Chaves Bilaterais CMOS	3	44	BC327/328 - Transistores PNP de Uso Geral	1	87
4017 - Contador Johnson CMOS	1	89	BC517 -Transistor Darlington		
4018 - Divisor Programável de			NPN de Baixa Potência	3	88
Frequência CMOS	2	41	BC547/8/9/ - Transistores NPN		
4046 - PLL CMOS de Baixo Consumo	2	4	de Uso Geral	1	25
			BC557/8/9 - Transistores		
			PNP de Uso Geral	1	73

TÍTULO	VOL.	PÁG.
BD135/137/139 - Transistores NPN de média potência	1	14
BD136/38/40 - Transistor PNP de média potência	1	46
BD234 - Transistor PNP de Média Potência	3	84
BD235 (NPN) BD236 (PNP) - Transistores de Média Potência	1	57
BD237 (NPN)/BD238 (PNP) - Transistores de Média Potência	1	84
BD433 - Transistor NPN de Potência	3	8
BD437 - Transistor NPN de Potência	3	75
BF245/A/B/C - JFET de Uso Geral	3	58
BF245A - FET de uso geral	1	72
BF245A - JFET de Uso Geral	3	19
BF254 - Transistor NPN de RF	3	38
BF324 - Transistor PNP de Alta Frequência	3	81
BF494 - Transistor NPN de RF	3	39
BF494 - Transistor NPN de RF de Baixa Potência	1	77
BFR90 - Transistor de UHF/SHF/VHF	3	85
BRY39 - Transistor Programável Unijunção (PUT)	2	81
BZX79 - Série de Diodos Zener	1	50
CA3140 - Operacional com FET	1	48
IRF120520 - MOSFET de Potência	1	74
IRF240/241/242/243 - IRF640/641/642/643 MOSFETs de Potência	1	12
IRF510/11/12/13 - MOSFETs de Potência	3	53
LM124/224/324 - Amplificador Operacional Quadruplo	1	9
LM138/338 - Regulador Variável de 1,2 V a 32 V x 5 A	3	40
LM323 - Regulador Positivo de Tensão 5 V x 5 A	3	71
LM335/235/135 - Sensor de Temperatura Kelvin	3	45
LM35 - Sensor de Temperatura Celsius	2	92
LM350 - Regulador de Tensão Ajustável	1	34
LM385 - Referência de Tensão Ajustável	2	59
LM386 - Amplificador de 200 a 800 mW	2	21
LM3900 - Quatro Amplificadores Operacionais de Transcondutância	3	43
LM3909 - Pulsador/Oscilador	1	43
MBS4991 - SBS (Chave Bilateral de Silício)	2	53
MC1411/12/13/14 (ULN2001/2/3/4) - Array de Transistores Darlington	1	18
MC1439 - Amplificador Operacional	2	55
MC4741 - Quatro Amplificadores Operacionais 741	3	33
MCR1000 - MOS SCR	3	73
MPF102 - JFET de Uso Geral	2	32
MPT120 - Diac	2	52
MUS4987 - SUS (Chave Unilateral de Silício)	2	51
NE/SE567 - PLL até 500 kHz	1	90

TÍTULO	VOL.	PÁG.
NE-2H - lâmpada neon	1	61
TDA2002 - Amplificador de 8 W	2	87
TIC106 - SCR para 3,2 A	1	13
TIC226 - TRIac para 8 A	1	30
TIC226B/D - Triac paa 12 A	1	43
TIL99 - Fototransistor	2	63
TIP110 a 112/TIP115 a 116/TIP120 a 122/TIP125 a 127/TIP140 a 142/TIP147/TIP640 a TIP642 e TIP645 a 647 - Transistoresb Darlington	1	79
TIP120/1/2 - Transistor NPN Darlington de Potência	1	45
TIP120/1/2 - Transistores Darlington de Potência NPN	3	70
TIP125/6/6 - Transistores Darlington PNP de Potência	1	23
TIP31 - Transistor NPN de potência	1	22
TIP42 - Transistor PNP de Potência	1	52
TIP42 - Transistor PNP de Potência	1	96
TIP47/48/49/50 - Transistores NPN de Alta Tensão	1	60
TIP645/6/7 - Darlington PNP de Potência para 10 A	3	82
TL060 - Amplificador Operacional FET	3	77
TL081 - Amplificador Operacional FET	3	71
TL084 - Amplificador Opracional Quadruplo FET	3	72
TL81 - Fototransistor	2	63
TMS2732A - EPROM de 32k	1	27
UCN4202 - Controlador de Motor de Passo	1	11
ULN2001/2/3/4 - Controle de Motor de Passo	2	10
Z80 - Microprocessador	3	41
Configurações		
555 Astável	1	83
555 Monoestável	1	16
Amplificador de Áudio como Intercomunicador	2	70
Amplificador Operacional Básico	2	60
Capacitores Despolarizados	2	73
Desacoplamento de Eletrolíticos	2	43
Display de 7 Segmentos	1	102
Etapas de Potência	3	21
Etapas de Potência para Seqüências	3	25
FLIP-FLOP com portas NOR	1	93
Fonte Para Circuito Valvulado (6C4)	2	38
Fontes Simétricas	2	50
Gerador 60 Hz - TTL	2	7
Interfaces TTL/CMOs ou Comparador 339	3	18
Inversão de Polaridade	2	79
LEDs em Corrente Alternada	2	67
Ligaçãoi de Transformador 110/220 V	3	40
Microfones de Eletreto	3	30
Multiplicador de Tensão	1	94

TÍTULO	VOL.	PÁG.	TÍTULO	VOL.	PÁG.
<i>Ou Exclusivo com NAND</i>	3	78	Tomadas DIN	1	65
<i>Pinagem da Porta Paralela (DB25)</i>	1	15	Transistor como Célula Solar	2	28
<i>Polarização de Transistores</i>	1	59	Transistores como Diodos	2	84
<i>Quadruplicador de Tensão de Meia Onda</i>	3	6	Transistores NPN de Uso Geral	2	14
<i>Quadruplicador de Tensão de Onda Completa</i>	3	14	Transistores PNP de Uso Geral	2	64
<i>Relé DIL</i>	2	9	Válvula Diodo (História)	2	25
<i>Seguidor de Tensão com Operacional</i>	1	103	Velocidades das Séries TTL	3	19
<i>Simulador de Porta NAND</i>	2	68			
<i>Transformador de Dois Enrolamentos 110/220 V</i>	2	27	Fórmulas & Tabelas		
<i>Triplicadores de Tensão</i>	3	25	Ângulos Críticos	3	87
<i>Zeners com Diodos Comuns</i>	3	23	Ângulos Senos e Cossenos	3	75
			Astável com 2 Inversores	2	36
Informação			Astável com 2 Inversores	3	11
<i>Acumulador Chumbo-Ácido</i>	3	63	Bandas de Energia de Semicondutores	2	65
<i>Alfabeto Fonético Internacional</i>	3	62	Cálculo de Indutância	3	7
<i>Busca-Pólo</i>	2	80	Cálculo de Shunt	2	72
<i>Capacitores Cerâmicos</i>	3	46	Capacitores - Associações Especiais	2	66
<i>Capacitores Pin-Up</i>	3	34	Capacitores em Série/Paralelo	1	67
<i>Características da Série 4000 CMOS</i>	3	11	Características das SMAs	1	47
<i>Características das Séries TTL</i>	3	17	Características de Materiais Semicondutores	3	50
<i>Características do Diodo Tunnel</i>	2	94	Ciclo Ativo do 555	3	22
<i>Circuitos Integrados CMOS de 4000 a 4042</i>	3	91	Circuito LC	3	38
<i>Circuitos Integrados CMOS de 40193 a 4724</i>			Circuito RLC	2	18
<i>Circuitos Integrados CMOS de 4043 a 40192</i>	3	92	Código de Cores de Resistores	2	31
<i>Código Morse</i>	3	13	Código Excesso	3	42
<i>Códigos de Cores para Capacitores Antigos</i>	3	27	Coefficiente de Auto-indução de uma Bobina	1	80
<i>Desacoplamento de Fontes</i>	2	95	Comprimento de Onda	2	54
<i>Designações do 741</i>	2	70	Comprimentos de Onda para o Espectro Visível	2	73
<i>Dipolo Dobrado</i>	2	48	Constante de Tempo RC	1	55
<i>Figuras de Lissajous</i>	2	77	Constante de Tempo RC	2	12
<i>Flip-Flop Mestre Escravo</i>	2	79	Conversão BCD/Decimal	2	85
<i>Foto-Sensores</i>	3	47	Conversão de Capacitâncias e Correntes	2	5
<i>Fotossensores</i>	2	61	Conversão de Graus Celsius para Fahrenheit	1	33
<i>Indicadores Químicos Ácido/Base</i>	3	5	Conversão de Milímetros para Polegadas Decimais	1	24
<i>Índice de Falhas</i>	1	17	Conversão de Polegadas Decimais em Milímetros	1	21
<i>Lâmpadas Neon</i>	1	34	Conversão de Temperaturas (fórmulas)	2	11
<i>Largura de Trilhas de Placas de Circuito Impresso</i>	2	24	Conversão Farads/Microfaras	3	36
<i>LDR</i>	1	37	Corrente de Fusão de Fios Comuns	3	48
<i>Partículas Alfa</i>	2	57	Corrente Máxima de Fios	1	44
<i>Portas</i>	3	64	Corrente Máxima num resistor para 50% de Dissipação	3	51
<i>Portas AND</i>	3	89	Descarga de um Capacitor Através de um Resistor	2	22
<i>Portas OU e Não-OU</i>	3	49	Diagrama de Cromaticidade	1	58
<i>Portas OU-Exclusivo e Não-OU Exclusivo</i>	3	64	Diferenciador	1	64
<i>Prova de Capacitores Eletroíticos</i>	1	56	Disco Estroboscópico	3	4
<i>PWM Anti-Fase</i>	1	28	Disparador de Schmitt com Operacional	2	88
<i>Resistores de Valores Muito Baixos</i>	2	16	Divisor de Tensão	3	58
<i>Sensores de Alarmes</i>	3	79	Efeito Joule	2	55
<i>Sensores de Pressão</i>	3	49	Energia Armazenada num Capacitor	2	26
<i>Simbologia para Instrumentos Analógicos</i>	2	13	Energia Armazenada num Capacitor	3	86
<i>Termos Ingleses para Características de Pulso</i>	1	85			

TÍTULO	VOL.	PÁG.
Energia de Escape de Metais Alcalinos	1	102
Espectros de Algumas Fontes Emissoras	2	6
Faixas de Níveis Lógicos CMOS	2	34
Fator de Ripple	3	81
Fator Q	2	17
Fator Q	3	32
Filtro LC Passa-Baixas	2	88
Filtro Passa-Altas PI	3	80
Filtro Passa-Baixas PI	3	81
Filtro Passa-Faixa AO	3	33
Filtro Rejeitor de Alto Q	3	27
Filtros Passa-Baixas e Passa Altas	2	42
Força Sobre Carga em Movimento em Campo Magnético	2	75
Freqüência & Período	3	35
Freqüência de Radiodifusão e TV	3	62
Freqüência do Duplo T	1	68
Freqüência do Duplo T	3	29
Freqüência do LC Paralelo	1	70
Freqüência do Oscilador por Deslocamento de Fase	2	8
Freqüência e Seletividade de Circuito RLC	1	88
Freqüências Angulares	3	31
Funções Lógicas Básicas	2	43
Ganho em dB	2	41
Ganhos em dB de Potência e Tensão	1	91
Impedância do Seguidor de Tensão	1	75
Impedância RLC	3	15
Impedâncias	3	6
Indutância de Condutor Reto	1	51
Informações Sobre LEDs	3	52
Integrador Operacional	1	97
Lei de Ohm	3	12
Limiares CMOS	3	68
Movimento de Carga em Campo Uniforme	2	61
Multiplicador Operacional	2	49
Oscilador com 3 Inversores	2	40
Oscilador com Dois Inversores	3	54
Oscilador com Inversores	1	78
Oscilador com Inversores	3	55

TÍTULO	VOL.	PÁG.
Oscilador com Porta 4093 NAND	3	8
Oscilador de Relaxação com Lâmpada Neon	1	36
Oscilador de Relaxação com Operacional	1	38
Oscilador Operacional	2	15
Oscilador RC	1	100
Oscilador RC com Operacional	1	42
Oscilador Senoidal com Operacional	1	29
Padrão NAB Para Fitas Magnéticas	3	65
Ponte de Hay	2	19
Ponte de Maxwell	2	23
Ponte de Sauty	2	85
Ponte de Schering	1	66
Ponte de Wheatstone	1	86
Ponte de Wheatstone	2	74
Prefixos Métricos	1	19
Propriedades Físicas do Nitinol (SMA)	3	94
Radiações Ópticas	3	20
Reatância Indutiva	3	17
Regulador com Amplificador Operacional	2	20
Relação entre medidas circulares e angulares-tabela	1	8
Resistência de um Condutor	3	24
Resistência Multiplicadora	2	71
Resistividade de Materiais	3	57
Resistor em Série com LED	1	82
Resistores Limitadores para LEDs	2	60
Resistores Série/Paralelo	1	39
Resposta Espectral de Foto Diodo	2	37
Sensibilidade & Emissão de Luz	1	26
Séries de Fourier	2	39
Séries E6/E12 e E24 de Resistores	3	67
Sinais de Porta Paralela	3	86
Somador com Amplificador Operacional	3	51
Subtractor Operacional	1	97
Tabela de Fios Esmaltadois (AWG)	1	41
Unidades e Conversões de Capacitâncias	1	53
Unidades Ópticas de Emitância	1	102
Valores em Senóides	1	92
Valores RMS e Médio	1	95

CONTEÚDO DESTA EDIÇÃO

Alarmes e Sensores: Sensor Infravermelho • Fotodisparador • Circuito Anti-Repique • Fototristor Simulado • Amplificador para Fotodiodo • Receptor Infravermelho • Foto-relé • Foto-Célula Usando o 2N3055 • Sensor de Nível de Água • Fotodisparador Darling-ton • Chave de Toque com FET • Chave de Toque • Iluminação de Emergência • Fototransistor AC

Circuitos Lógicos Digitais: Divisor por 11 - TTL • Divisor por 6 - TTL • Sonda CMOS • Contador Up/Down TTL • Porta CMOS com retardo • Biestável com Transistores • Flip-flop S-R com Transistores • Divisor até 16 384 • Seqüenciador de 1 a 10 • Seqüenciador com o 4013 CMOS • Etapa Contadora TTL • Divisor Programável • Porta NOR Transistorizada • Divisor Binário • 60 Hz TTL

Interfaces PC: Interface de Leitura • Interface de LEDs • Interface de Aquisição de Dados Isolada • Link de Dados por Infraver-melho • Interface de Aquisição de Dados sem Isolamento • Chave Óptica para Interface

Som, Amplificadores e Efeitos: Uáu-Uáu para Guitarra • Amplificador de 500 mW • Sinalizador de Potência • Buzzer com o 4093 • Etapa de Áudio • Entrada de Mixer • Pré-Amplificador para Microfone Dinâmico • Pré-Amplificador Playback para Fita • Amplificador LM380 • Pré-Amplificador para Violão e Guitarra • Casador de Impedâncias • Pré-Amplificador para Captador Telefônico

Controles de Potência: Reversão Digital de Motor • Controle de Motor de Passo • Controle Digital de Motor • Ponte H • Freio Dinâmico para Motor • Controle de Motor DC • Dimmer DC • Motor Acionador por Toque • Relé Amplificado • Controle Digital de Motor • Controle de SMA • PWM para Ponte H • Ponte H com FET de Potência • Controle de Motor por Luz com Transistor PNP

RF, Rádios e Transmissores: Oscilador de UHF • Transmissor de Vídeo • Sintonizador AM • Transmissor de FM Sensível - 2 Tran-sistores • Micro-Espião TTL • Transmissor de Localização • Link Óptico Infravermelho • Transmissor de Bips TTL • Modulador Óptico Digital • Transmissor de FM Potente • Transmissor Espião de FM Básico • Transmissor Espião de FM de Alta Potência e Alta Sensibilidade • Transmissor de FM de Alta Potência (35 W) • Transmissor Goniométrico de FM

Fontes e Circuitos DC: Booster de Corrente • Reostato • Fonte de Muito Alta tensão (MAT) • Conversor de 12 V para 6 V • Restabi-lizador Paralelo • Redutor de 12 V para 6 V • Fonte Simétrica 15+15 V x 200 mA • Fonte de Corrente Constante • Fonte 18 V x 1 A • Fonte de Muito Alta Tensão (MAT) • Regulador DC de 1,2 V a 32 V x 3 A • Zener Ajustável

Instrumentação/Operacionais: Bargraph LM3914 • Amplificador de Vídeo • Amplificador para Transdutor Magnético • Eletroscópio com FET • Indicador de Carga • Detector de Passagem por Zero • Amplificador de Ganho 100 • Detector de Ausência de Pulso • Detector de Coincidência • Amplificador Logarítmico

Timers e Osciladores: Modulador Retangular • Tom Alternado TTL • Monoestável Transistorizado • VFO com Varicap - Oscilador de Relaxação com transistores NPN/PNP • Oscilador com Cristal • Oscilador de 1,5 Hz - Oscilador de 10 a 150 MHz • Oscilador disparado TTL 7400 - Multivibrador Astável Sensível à Luz • Oscilador LM339 • Relé Monoestável • Gerador de Ruído • Oscilador Áudio-Visual TTL • Monoestável TTL - Multivibrador Pisca-Pisca com Transistores - Oscilador por Rotação de Fase com FET • Monoestável com Transistores • Oscilador 4001 • Oscilador de 1 a 15 MHz • Oscilador com FET e Varicap • Gerador de Ruído Branco

Filtros: Filtro Ativo Passa-Baixas • Filtro Passa-Faixa de 100 kHz • Filtro Passa-Faixa com o 741

Componentes: 2N2218 • BU433 • 74161 • 5SA4 • 3N140/141 • BD334 • BFR91 • BC369 • BC639 • LM111/211/311 • IRF630/631/632/633 • C106 • TIP30 • 3N159 • 3N128 • TIL100 • IRF630/631/632/633 • 4002 • BDV65/A/B • BDV64/A/C • PL83 • 40583 • SKE-1 • 7414 • 4009 • MPSA42 (NPN) - MPSA92 (PNP) • 4020 • 7406 • TIL78 • BUX82 • TIP33 • BF198 • BF200 • BRY39T • μ A4136 • 2N2906 • BC516 • 7442 • 2N3903/3904 • LM1548 • 2N3905/3906 • 2SA929 • 7413 • 2SC1570 • TIL81 • BF167 • MOC3061 • TLC555M/TLC555C • 2N3993 • MJ13006 • MPSU02 (NPN) - MPSU052 (PNP) • MPSU10 (NPN) - MPSU060 (PNP) • MTP12P10/MTP8P8 • LM382 • MJE13004/13005 • NE531 • BD333 • 4007 • TIP3055 (NPN) - TIP2955 (NPN) • LM380 • 2N3819 • 2N2222 • TIP30 • 6C4 • 2N6080/2N6081 • 2N1613 • PN2222 • 2N2218A • 74192 • 2N914 • 7405 • LM350K/AK • BA481 • TIC263 • TL071 • IRF510/511/512/513 • TL060 • TIP140/141/142 • TIP42 • 2N3822 • BAT81 • 2N3866 • 2N3553 • 2N6084

Configurações: Inversor Lógico • Porta NAND • Associação de Transformadores • Latch NAND-RS • Circuitos Retificadores • Ligação de Alto-falantes • Porta NAND com transistores • Porta AND básica • Porta NAND de 3 entradas com transistores • Fontes Simétricas • Pinagem do conector ATARI • Configurações de Transistores • Fonte de Corrente constante • Seguidor de tensão • Associação de Transformadores - II

Informação: Porta OR de 3 Entradas • Fases de um Motor de Passo • Medida de Corrente de Motor • Microfones de Eletreto • Excitação de Alto-falantes por circuitos TTL • Provedor de Continuidade Neon • Símbolos de Válvulas • Características de entrada de pre-amplificadores • Eletrolise - História • Teste de Capacitores Eletrolíticos • Excitação de LEDs por CMOS • Curva caracte-rística de um TRIAC • Alteração de Curvas de Potenciômetros • Eletrolíticos despolarizados • Antena simples de FM • Fonte com positivo à terra • Características CMOS • Medida de rotação de motores - I • Medida de rotação de motores - II

Fórmulas & Tabelas: Filtro Rejeita Faixa Constante K • Circuitos p - fórmulas • Filtro Passa-Altas • Características de Emissão de Junções PN • Características de retificadores • Velocidade do som em líquidos • Campo de um condutor retilíneo • Conversor Corrente/tensão • Equação do Gerador • Variação da Resistência com a Temperatura • Soma Binária

